

**ZUR SONOGRAPHISCHEN SCHILDDRÜSENDIAGNOSTIK :
KORRELATION VON HISTOMORPHOLOGIE
UND ECHOSTRUKTUR**

CHRISTINE HÖBEL

1988

Disbui. München





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555407_0015

Aus der Klinik und Poliklinik
für Radiologie der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. J. Lissner

ZUR SONOGRAPHISCHEN SCHILDDRÜSENDIAGNOSTIK:

KORRELATION VON HISTOMORPHOLOGIE

UND ECHOSTRUKTUR

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Christine Höbel
aus
Kaufbeuren
Jahr
1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. B. Leisner

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. J. Lissner

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 31. 03. 1988

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. EINLEITUNG	1
II. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER ULTRASCHALLDIAGNOSTIK	2
1. Physikalische Grundbegriffe	2
2. Ultraschallerzeugung und -empfang	8
3. Das B-Bildverfahren (brightness-scan)	9
III. PATIENTENGUT, METHODIK, GERÄTE	10
1. Anfertigung von sonographischen Schnittbildern	10
2. Technik zur Herstellung von Großflächenschnitten	11
3. Bestimmung des Follikeldurchmessers	11
IV. ANATOMIE DER SCHILDDRÜSE	13
V. PATHOLOGIE DER SCHILDDRÜSE	14
VI. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	20
1. Diffuse Strumen mit euthyreoter Stoffwechsellage und ihr Übergang zu knotigen Veränderungen	21
2. Echoarme Knoten	38
2.1. Zystisch degenerierte Knoten	38
2.2. Follikuläre Adenome	44
2.3. Karzinome	52
3. Echoreiche Knoten	56
3.1. Follikuläre Adenome	56
3.2. "Adenomatöse Knoten"	60
4. Zysten	64
4.1. Blutungszysten	64
4.2. Kolloidzysten	66
5. Die Hyperthyreose vom Typ des Morbus Basedow	69
6. Disseminierte Autonomie	73
VI. DISKUSSION	75
VII. ZUSAMMENFASSUNG	85
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	87

I. EINLEITUNG

Seit Einführung der Sonographie als bildgebendes Verfahren in der Medizin wurde versucht, mit dieser Methode die Schilddrüse darzustellen. Obwohl sie aufgrund ihrer günstigen anatomischen Lage dieser Untersuchung gut zugänglich ist, wurde diese Methode erst Anfang der sechziger Jahre in die Schilddrüsendiagnostik eingeführt.

Die Qualität der ersten Bilder war aufgrund der niedrigen Schallfrequenzen und des begrenzten Auflösungsvermögens sehr schlecht, so daß eine differenzierte morphologische Strukturanalyse nicht möglich war. Jedoch konnte man schon zwischen soliden und zystischen Strukturen unterscheiden, und eine Aussage über die Tiefenausdehnung der Schilddrüsenlappen machen.

Erst seit Einführung der Grauwerttechnik um 1972 konnte man verschiedene Echostrukturen unterscheiden, und sie bestimmten Schilddrüsenerkrankungen zuordnen (10, 12, 18).

Zusätzlich wurde durch diese Neuerung der Untersuchungsangang vereinfacht, sowohl die technische Durchführung als auch die Interpretation der Befunde. Damit konnte diese Methode in die Routinediagnostik der Schilddrüse aufgenommen werden, wo sie in den letzten Jahren neben den klassischen Methoden wie klinische Untersuchung, Szintigraphie, Laboruntersuchungen und Aspirationsbiopsie immer mehr an Bedeutung erlangte.

Bedingt durch die hohe Qualität der Bilder der neueren Geräte wird der Untersucher immer wieder verleitet, vom Ultraschallbild auf die exakte Morphologie schließen zu wollen.

Bereits in der Mitte der sechziger Jahre wurde versucht, Kriterien für die sichere Unterscheidung zwischen benignen und malignen Veränderungen aufzustellen (14, 23), was jedoch von späteren Untersuchern nicht bestätigt werden konnte (46, 59, 71, 72).

Ziel dieser Arbeit ist es, durch Vergleich von Ultraschallbildern und entsprechenden histologischen Schnitten Antworten zu folgenden Fragen zu finden:

Inwieweit kann man vom Echomuster auf die Morphologie schließen? Kann man mit Hilfe des Ultraschalls Kriterien zur sicheren Unterscheidung zwischen benigne und maligne finden?

II. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER ULTRASCHALLDIAGNOSTIK

1. Physikalische Grundbegriffe

Schwingungen werden als periodische Bewegungen eines Körpers um eine Ruhelage definiert, während darüber hinaus bei einer Welle die Schwingungen eines Teilchens auf die Nachbarteilchen übertragen werden.

Das grundlegende Prinzip bei der Ultraschalldiagnostik besteht nun auf dem Impuls-Echo-Verfahren. Dabei werden Schallwellen verwendet, die in ihrer Frequenz über der oberen Hörschwelle (= 20 kHz) liegen. Dem Ultraschall ist somit ein Frequenzbereich $f > 20 \text{ kHz}$ zugeordnet.

Da Schallwellen somit an Materie gebunden sind, bedeutet dies, daß sich Schall in festen Körpern in longitudinaler und transversaler Richtung, in Flüssigkeiten und Gasen aber nur in longitudinaler Richtung fortbewegt.

Die Zeit, die ein Teilchen benötigt, um wieder in die Ausgangsposition zu gelangen, wird als Schwingungsdauer T bezeichnet. Unter Frequenz f versteht man die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit.

$$f = 1/T$$

Der Abstand zweier Teilchen gleicher Schwingungsphase ist als Wellenlänge λ definiert. Sie ist abhängig von der Frequenz und der Schallausbreitungsgeschwindigkeit c , die in biologischen Geweben annähernd gleichförmig ist und bei 1.500 m/sec liegt (39).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Größere Abweichungen findet man bei Knochen (3.360 m/sec) und Luft (331 m/sec) (28).

Da sich Schallwellen nach den gleichen Gesetzen wie sichtbares Licht verhalten, zeigen sie an akustischen Grenzflächen Erscheinungen wie Reflexion, Beugung, Brechung und Interferenz.

Impedanz

Grenzflächen zwischen Geweben unterschiedlicher Weichteilkonsistenz werden durch Änderung der Impedanz z charakterisiert. Darunter versteht man das Produkt aus Dichte ρ und Schallgeschwindigkeit c (9).

$$z \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \text{ sec}} \right) = \rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \times c \left(\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right) \times 100$$

Akustisch homogene Medien besitzen keine Impedanzunterschiede (z.B. flüssigkeitsgefüllter Hohlraum), während akustisch inhomogene Medien Impedanzsprünge aufweisen, die für die Echobildung verantwortlich sind (38, 39).

Reflexion

Trifft nun ein Ultraschallstrahl auf eine akustische Grenzfläche, so wird er teilweise (z.B. bei Weichteilgewebe) oder ganz (z.B. bei Knochen, Verkalkungen) reflektiert. Der Grad der Reflexion hängt vom Impedanzunterschied ab (39).

$$\frac{E_r}{E_o} = \left(\frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2} \right)^2 = \left(\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \right)^2$$

E_r = reflektierte Schallwelle

E_o = einfallende Schallwelle

ρ = Dichte im jeweiligen Medium

c = Schallgeschwindigkeit im jeweiligen Medium

z = Impedanz

Aus dieser Gleichung lassen sich folgende Tatsachen ableiten:

1. Besitzen zwei Gewebe die gleiche Impedanz, so erfolgt an ihrer Grenzfläche keine Reflexion, d.h. sie lassen sich sonographisch nicht abgrenzen.
2. Je größer der Impedanzunterschied, desto stärker das reflektierte Echo.
3. Grenzflächen von Weichteilgewebe gegen Luft oder Knochen reflektieren fast vollständig. Dies ist ungünstig, weil die Medien hinter solch stark reflektierenden Grenzflächen nicht mehr zu beurteilen sind.

Brechung

Fällt nun der Schallstrahl schräg auf die Grenzfläche, so kommt es zur Brechung. Nach dem Brechungssatz gilt (42):

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$$

v = Schallgeschwindigkeit

φ_1 = Einfallswinkel

φ_2 = Brechungswinkel

Da die Schallgeschwindigkeit im Weichteilgewebe annähernd gleich ist, spielt die Brechung keine große Rolle in der medizinischen Diagnostik.



Streuung

Da biologische Grenzflächen in der Regel rauh sind, d.h. aus einer Vielzahl kleinerer Reflexionsflächen mit unterschiedlichen Neigungswinkeln zusammengesetzt sind, wird der Schallstrahl gestreut, d.h. in verschiedene Richtungen zurückgeworfen.

Absorption

Beim Durchgang durch ein Medium wird ein Teil der Schallenergie absorbiert, das bedeutet in eine andere Energieform (z.B. Wärme) umgewandelt. Es kommt damit zu einer Schwächung der Schallintensität nach folgender Formel (39):

$$I_x = I_0 \times e^{-2\alpha x}$$

I_0 = Schallintensität bei Eintritt in das Gewebe

I_x = Schallintensität bei Austritt aus dem Gewebe

α = Absorptionskoeffizient

x = durchlaufene Strecke

Die in das Gewebe eingestrahlten Ultraschallwellen erfahren somit durch Reflexion, Streuung und Absorption eine Schwächung, die als "Dämpfung" bezeichnet wird und in Dezibel-Einheiten angegeben wird.

$$\text{Dämpfung (dB)} = 10 \times \text{Log} \frac{I_0}{I_x}$$

Tiefenausgleich

Bei der bildlichen Darstellung wird die Intensitätsabnahme dadurch ausgeglichen, daß später eintreffende Echos mehr verstärkt werden, als früher eintreffende.

Innerhalb von Flüssigkeiten ist der Intensitätsabfall so gering, daß es z.B. hinter Zysten zu einer Verstärkung der Echos kommt (= Echoverstärkung hinter Zysten).

Bildauflösung

Die Qualität eines Bildes hängt stark vom jeweiligen Auflösungsvermögen ab. Darunter versteht man die kleinste Entfernung zweier Punkte, die auf dem Ultraschallbild noch getrennt gesehen wird. Liegen die Punkte hintereinander, spricht man von axialer Auflösung, liegen sie nebeneinander, von lateraler Auflösung. Die axiale Auflösung hängt von der Länge des Schallimpulses und somit von der Frequenz ab. Zwei hintereinanderliegende Grenzflächen können noch getrennt wahrgenommen werden, wenn der Abstand größer als eine halbe Impulslänge ist, d.h. je höher die Frequenz, umso besser die axiale Auflösung (32). Die laterale Auflösung ist abhängig vom Durchmesser des Schallstrahls. Er verändert sich mit Abstand zum Schallsender, zuerst wird er kleiner (= Nahfeld), danach wird er weiter (= Fernfeld). Die beste laterale Auflösung erreicht man somit im Bereich des Nahfeldes, da hier der Durchmesser am geringsten ist.

Zusätzlich kann durch eine höhere Frequenz der Schallstrahl stärker gebündelt werden und somit die laterale Auflösung verbessern.

Eine Frequenzerhöhung beeinflusst somit positiv das axiale und laterale Auflösungsvermögen. Jedoch nimmt auch mit steigender Frequenz die Absorption zu, und somit die Eindringtiefe ab. Zur Beurteilung oberflächennaher Strukturen, wie die Schilddrüse, kann man deswegen mit höheren Frequenzen (5 bis 10 MHz) arbeiten, als zur Untersuchung der Bauchorgane, wo man eine größere Eindringtiefe benötigt (39, 42).

2. Ultraschallerzeugung und -empfang

Ultraschallgeräte bestehen aus Schallkopf, Generator-Verstärker-Einheit und einem Oszilloskop bzw. Monitor. Der Schallkopf dient gleichzeitig als Sender und Empfänger. Zur Schallerzeugung (= Sender) wandelt er elektrische Energie in mechanische Schwingungen um, während er als Empfänger mechanische Schwingungen entsprechend in elektrische Spannung umsetzt.

Zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen wird der "piezoelektrische Effekt" von polar gebauten Kristallen ausgenutzt. Die Kristalle bestehen heute vorwiegend aus synthetischen Materialien wie Bariumtitanat oder Bleizirkonat (39, 42). Legt man an einen solchen Kristall eine Wechselspannung, so erfährt er eine negative und positive Dickenänderung, die der angelegten Spannung proportional ist. Umgekehrt treten durch mechanische Deformierung dieser Kristalle an der Oberfläche Spannungen auf.

Das Impuls-Echo-Verfahren des Schallkopfes beruht auf diesem piezoelektrischen Effekt.

Elektrische Impulse werden in Ultraschallimpulse umgewandelt und in den Körper eingestrahlt. In der Zeit während der Impulse dient der Schallkopf als Empfänger für die reflektierten Echos, die entsprechend wieder in elektrische Spannung umgesetzt werden.

Über die Verstärkereinheit erreichen die Impulse den Monitor und verursachen entsprechend ihrer Laufzeit und Intensität eine Auslenkung des Elektronenstrahls des Oszillographs.

Im Weichteilgewebe wird nur ein Teil der Schallwellenenergie reflektiert. Der übrige Impulsanteil durchdringt die weiteren Körperschichten, wobei an den folgenden akustischen Grenzflächen wieder ein Impulsanteil reflektiert wird.

Aus der Differenz der Laufzeiten der verschiedenen Impulse ergibt sich die Entfernung der Reflexionsstellen vom Empfänger.

3. Das B-Bildverfahren (brightness-scan).

Bei der Schilddrüsendiagnostik wird heute in der Regel das zweidimensionale B-Bildverfahren angewandt.

Die reflektierten Schallimpulse werden entsprechend Helligkeitsmoduliert aufgezeichnet. Für jedes Echo erscheint ein Lichtpunkt auf dem Bildschirm, dessen Helligkeit von der reflektierten Schallintensität abhängt. Die Position des Lichtpunktes entspricht der Gewebetiefe, aus der das Echo zurückkommt, d.h. sendernahe Echos sind auf dem Bildschirm "oben". Durch Verschieben des Schallkopfes auf dem Körper senkrecht zur Schallrichtung entsteht ein zweidimensionales Bild der untersuchten Körperregion.

Man unterscheidet zwischen dem Compound-Verfahren und dem Real-Time-Verfahren.

Bei Compound-Geräten erzeugt man ein stehendes Bild, das vor jedem neuen Bildaufbau gelöscht werden muß.

Beim Real-Time-Scanner wird durch eine hohe Bildwiederholungsfrequenz ständig eine Abbildung des untersuchten Objektes aufgebaut. Dies ermöglicht eine Wiedergabe von Organbewegungen, wie z.B. die Schluckbeweglichkeit von Schilddrüsensenknoten.

III. PATIENTENGUT, METHODIK, GERÄTE

Für diese Arbeit wurden 90 Patienten, nicht selektiv, vor einer Schilddrüsenoperation zusätzlich zur Routinediagnostik sonographisch untersucht.

Die Routinediagnostik bestand aus einer ausführlichen Anamnese, einer klinischen Untersuchung mit Allgemeinbefund und lokalem Befund, einer Bestimmung des Gesamt-Thyroxins (T_4), des Trijodthyronins (T_3) und eines TRH-Testes. Zusätzlich wurde ein Szintigramm zur Beurteilung funktioneller Veränderungen angefertigt. Die Operationsindikation wurde nach den allgemein geltenden Richtlinien gestellt, d.h. Resektion bei mechanischer Behinderung, bei raschem Wachstum, bei szintigraphisch "kalten" Solitärknoten und bei Erfolglosigkeit einer konservativen Behandlung.

Je nach Indikationsstellung wurde eine Knotenenukleation, eine subtotaler oder eine totale Thyreoidektomie durchgeführt.

Intraoperativ markierte der Chirurg zur besseren Orientierung das entfernte Gewebe. Mit Hilfe dieser Markierung und der angefertigten Ultraschallbilder wurden entsprechende Schnitte durch das entfernte Organ gelegt und als Großflächenschnitte fixiert und gefärbt.

1. Anfertigung von sonographischen Schnittbildern

Zur Ultraschalldiagnostik wurde ein Compound-Gerät der Firma Picker Röntgen GmbH (Echoview 80 L) mit 5 MHz-Schallkopf benutzt.

Bei der Untersuchung liegt der Patient auf dem Rücken, die Halswirbelsäule ist überstreckt. Ein Kontaktgel schließt Luft zwischen Haut und Schallkopf aus.

Zuerst werden Transversalschnittbilder der Schilddrüse im Abstand von einem Zentimeter in der Längsachse angefertigt,

dann Longitudinalschnitte im Abstand von einem halben Zentimeter in der Querachse.

Die Bilder werden auf Röntgenfilm dokumentiert. Retrosternale Anteile sind dieser Untersuchung nicht zugänglich. Die Ultraschallbilder wurden visuell beurteilt, wobei die gleichmäßige, dichte Echostruktur der gesunden Schilddrüse als Referenz diente.

2. Technik zur Herstellung von Großflächenschnitten

Das mit Formalin fixierte Operationsmaterial wurde innerhalb einer Woche über die Alkoholreihe mit Zwischenmedium Chloroform in Paraplast eingebettet. Kleinere Präparate wurden am normalen Schnittmikrotom hergestellt, während man bei größeren Präparaten den Tetrander verwendete.

Die Schnitte wurden danach mit der Doppelfärbung Hämalaun-Eosin gefärbt, bei der Zellkerne und Knorpel blau, alles übrige in verschiedenen Tonabstufungen rot zur Darstellung kommt (58).

Die Schnitte wurden ebenfalls visuell befundet.

3. Bestimmung des Follikeldurchmessers

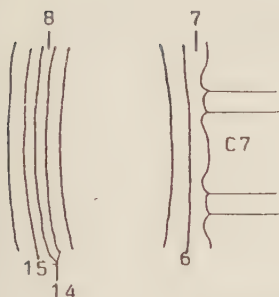
Bei 10 histologischen Veränderungen mit sonographisch echoarmem Schallmuster und bei 14 Präparaten mit sonographisch echonormaler Struktur wurde mit Hilfe eines geeichten Meßokulars am histologischen Schnitt der Follikeldurchmesser ermittelt.

Dazu wurde der Durchmesser von 40 Follikeln je Fall bestimmt und daraus, mit Hilfe der Statistik, der Mittelwert $\bar{x}$ und dessen Standardabweichung s errechnet.

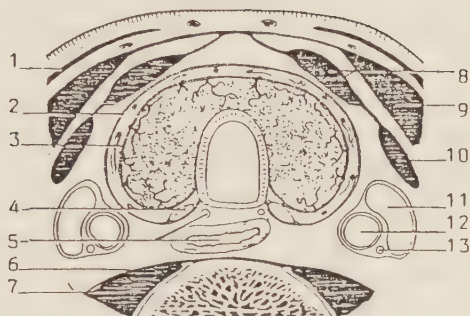
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

IV. ANATOMIE DER SCHILDDRÜSE



Paratrachealer
Längsschnitt



Querschnitt durch die vordere
Halsregion

1. Platysma
2. Capsula fibrosa
3. Organkapsel
4. Glandula parathyroidea
5. Ösophagus, Nn. laryngei recurrentes
6. Lamina praevertebralis fasciae cervicalis
7. Praevertebrale Muskulatur
8. Mm. sternohyoideus und sternothyroideus
9. M. sternocleidomastoideus
10. M. omohyoideus (Venter inferior)
11. V. jugularis interna
12. A. carotis communis
13. N. vagus
14. Lamina praetrachealis
15. Lamina superficialis

V. PATHOLOGIE DER SCHILDDRÜSE

Für die sonographische Schilddrüsendiagnostik interessieren besonders folgende Schilddrüsenerkrankungen:

- Struma diffusa
- Knotenstruma
- Schilddrüsenzyste
- autonomes Adenom
- Morbus Basedow
- Schilddrüsenkarzinom
- diffuse chronische Thyreoiditis Hashimoto
- subakute Thyreoiditis de Quervain

In der Untersuchung werden die beiden letzten Erkrankungen nicht berücksichtigt, da sie keine Indikation zu einer Operation darstellen und deshalb nicht zum Patientengut gehören.

Als Ursache für die Entstehung einer Struma wird eine qualitativ oder quantitativ unzureichende Hormonausscheidung der Schilddrüse angenommen.

Neben der angeborenen Disposition beim sporadischen Kropf in Nichtendemiegebieten und vermehrte Aufnahme von strumigenen Stoffen wie Thioglykoside ist hierfür die wichtigste Ursache der Jodmangel. Er führt zu einer vermehrten Ausschüttung von TSH aus der Hypophyse, und damit zu einer Anpassungshypertrophie und Hyperplasie der Schilddrüse. Dies gleicht die Mangelsituation aus, und somit bleibt der euthyreote Zustand bestehen (16). In der Regel hängen die unterschiedlichen morphologischen Erscheinungen von der Dauer und Höhe des TSH-Spiegels ab. Der diffusen Struma folgt meist der Kolloidkropf. Bei weiterbestehender TSH-Stimulation kommt es dann zu einer knotigen Umwandlung. Die Struma läßt sich deswegen in verschiedene morphologische Stadien einteilen (16):

1. Die Struma diffusa = gleichmäßige Vergrößerung der Schilddrüse

- mit reichlich Kolloid = Struma diffusa colloides

- mit wenig Kolloid = Struma diffusa parenchymatosa

2. Die Struma nodosa = knotige Vergrößerung der Schilddrüse
Umkapselte Knoten verdrängen das Schilddrüsengewebe. Sie treten solitär, häufiger multipel auf.

Die Knoten enthalten

- reichlich Kolloid = Struma nodosa colloides

- wenig Kolloid = Struma nodosa parenchymatosa

3. Struma diffusa et nodosa

Die Vergrößerung der Schilddrüse ist sowohl diffus hyperplastisch als auch knotig.

Histologisch ist die euthyreote Struma meist kolloidreich. Sie kann durch Einblutungen, hyaline Einlagerungen und zystische Erweiterungen ein buntes Bild bieten.

Die kolloidarme parenchymatöse Form besteht aus kleinen Follikeln mit kubischen Epithel und wenig oder kein Kolloid, während die kolloidreiche Form aus großen, prall gefüllten Kolloidfollikeln besteht.

Die Knotenbildungen in einer Struma nodosa können sehr unterschiedlich strukturiert sein. Neben großfollikulären und kleinfollikulären Formen können regressive Veränderungen mit meist zentralen Narbenbildungen, Zysten und Kalkablagerungen auftreten. Die äußere Begrenzung kann unterschiedlich breit sein bis hin zu einer hyalinisierten narbenartigen fibrösen Kapsel, eventuell sogar mit Kalkeinlagerungen.

Auch die Hyperthyreosen kann man nach unterschiedlichen klinischen und morphologischen Kriterien einteilen (16):

1. Hyperthyreose bei Struma diffusa

Die Schilddrüse ist mäßig vergrößert und weich. Die Follikel sind kolloidarm oder leer. Das Follikel epithel ist zylindrisch. Das wenige Kolloid ist dünnflüssig und schwach färbbar.

2. Hyperthyreose bei Struma nodosa

Das histologische Bild ist oft wenig kennzeichnend. Einzelne Knoten lassen Zeichen gesteigerter Funktion erkennen, wie:

Kolloidverlust mit leeren eingefalteten Follikeln und zylindrischem Epithel.

3. Hyperthyreose beim autonomen Adenom

Es besteht ein autonom funktionierendes, hormonproduzierendes Gewebe, das durch die Überproduktion die hypophysäre TSH-Ausschüttung hemmt und somit die restliche Schilddrüse funktionell stilllegt. Die Diagnose wird szintigraphisch gestellt. Ein spezifisches morphologisches Substrat existiert nicht.

Maligne Tumoren der Schilddrüse (Struma maligna)

Die histologische Dignitätsbeurteilung bei hochdifferenzierten Schilddrüsenkarzinomen kann erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Folgende Kriterien erlauben die Diagnose der Malignität (49):

1. Metastasen

2. Kapsel- und/oder Gefäßeinbrüche beim hochdifferenzierten follikulären Carcinom, invasives Wachstum bei den breit infiltrierenden Formen.

3. echte papilläre Strukturen beim papillären Carcinom

Eine ausgeprägte Zell- und Kernpolymorphie muß kein Kriterium der Malignität sein. Sie kann auch bei degenerativen Veränderungen oder bei Medikamenteneinnahme (Thyreostatika oder Lithium) vorkommen.

Andererseits kann ein hochdifferenziertes follikuläres Karzinom mit nur geringen Epithelotypen aufgrund von Kapseldurchbrüchen, Gefäßeinbrüchen oder Metastasierungen als solches erkannt werden.

Die Einteilung der Schilddrüsencarcinome erfolgt in vier wesentliche Unterformen:

- a) follikuläres Karzinom
- b) papilläres Karzinom
- c) medulläres Karzinom
- d) undifferenziertes (anaplast.) Karzinom

- a) Die follikulären Karzinome besitzen ein z.T. hoch differenziertes Schilddrüsengewebe mit Follikelstruktur und Kolloid, so daß sie sich von den follikulären Adenomen nur durch das invasive Wachstum unterscheiden.

Entsprechend den Zellvarianten des Adenoms existiert auch ein aus Onkozyten aufgebautes onkozytäres Karzinom, und ein dem hellzelligen follikulären Adenom entsprechendes Karzinom, das histologisch schlecht von der Metastase eines hellzelligen hypernephroiden Nierenkarzinoms zu unterscheiden ist (49). Das follikuläre Karzinom metastasiert vor allem hämatogen (3), wobei dann jedoch auch schon oft Lymphknotenmetastasen vorhanden sind (50).

- b) Das papilläre Karzinom ist aus verzweigten Bindegewebsstöcken aufgebaut, denen die epithelialen Zellen einreihig aufsitzen. Sehr charakteristisch sind die sogenannten Milchglaskerne und eine auffällige dachschindelartige Lagerung dieser Kerne.

Bei einem Teil der papillären Karzinome finden sich im Stoma der Papillen kleine Kalkkügelchen, sogenannte Psammomkörper (16, 42).

Im Gegensatz zum follikulären Karzinom metastasiert das papilläre Karzinom überwiegend lymphogen in die regionären Halslymphknoten (44, 50).

Es tritt in kropffreien Gegenden häufiger auf (6, 13, 76). Nach Einführung der Jodsalzprophylaxe in der Schweiz hat es auch dort an relativer Häufigkeit zugenommen (31, 49), während man den follikulären Typ seltener antraf. Diese Feststellung wurde auch von anderen Untersuchern bestätigt (34, 69, 73).

c) Das medulläre Karzinom (C-Zellenkarzinom) geht von den calcitoninbildenden C-Zellen aus. Ihr Anteil an malignen Schilddrüsentumoren beträgt 3,5 - 11 % (28, 76). Histologisch beweisend sind Amyloidablagerungen im Zwischengewebe oder der immunhistologische Calcitoninnachweis (16).

d) Undifferenzierte anaplastische Karzinome teilt man von ihren zellulären Merkmalen in spindelzellige, riesenzellige und kleinzellige Typen ein. Sie sind mitosereich und polymorphkernig, können aber noch Bezirke mit papillärer oder follikulärer Struktur aufweisen, was als Hinweis auf ihre Entstehung auf dem Boden ursprünglich papillärer oder follikulärer Carcinome gedeutet werden kann.

Sie treten vorwiegend im höheren Lebensalter auf und haben die schlechteste Prognose, da sie rasch wachsen und schnell die Organgrenzen überschreiten.

Nicht epitheliale Tumoren sind sehr selten, die Grenze zu den undifferenzierten Carcinomen ist fließend.

Am häufigsten sind Fibrosarkome und Hämangioepitheliome.

Die sehr seltenen malignen Lymphome der Schilddrüse entstehen meist auf dem Boden einer Hashimoto-Thyreoiditis.

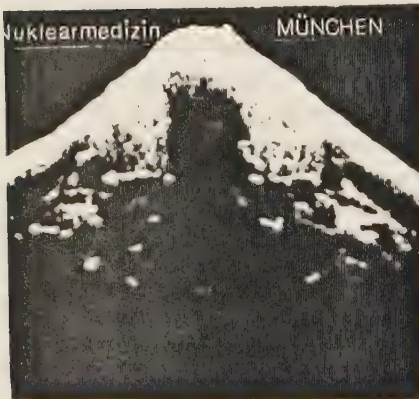
Die Ätiologie maligner Schilddrüsentumoren ist bis auf eine Ausnahme (= vorangehende Röntgenbestrahlung) unbekannt.

Bei der Entstehung des follikulären Karzinoms wird ein Einfluß der chronischen TSH-Stimulation diskutiert. Dafür spricht der Gestaltwandel der Schilddrüsenkarzinome nach Einführung der Jodsalzprophylaxe in Endemiegebieten und der erhöhte Anteil von follikulären Karzinomen in Rezidivstrumen (30, 66).

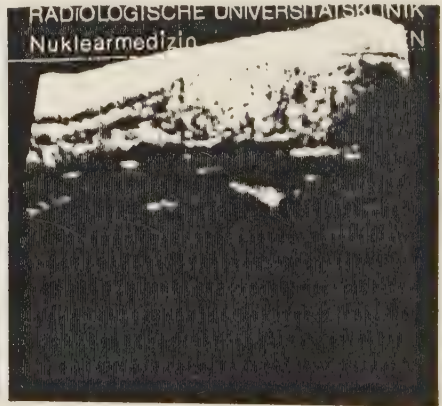
Eine vorausbestehende Struma darf aber keineswegs als Prädisposition betrachtet werden, und auch die im Knotenkropf vorkommenden Adenome dürfen nicht als Präkanzerose gesehen werden, während ein solitärer Knoten in einem Nichtendemiegebiet als malignitätsverdächtig anzusehen ist (16).

VI. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Das Ultraschallbild einer gesunden Schilddrüse zeigt eine homogene, d.h. eine gleichmäßig dichte Binnenechostruktur mit einer gut abgrenzbaren Umrandung, die der Bindegewebskapsel entspricht.



Normale Schilddrüse
im Querschnitt



Normale Schilddrüse
im Längsschnitt

Schilddrüsenveränderungen und Knoten werden jeweils im Vergleich zur gesunden Schilddrüse beschrieben als

1. echoreichere
2. echogleiche
3. echoärmere
4. echofreie Strukturen.

1. Diffuse Strumen mit euthyreoter Stoffwechsellage
und ihr Übergang zu knotigen Veränderungen

Das Schallmuster einer diffusen Struma wird beeinflußt durch die kolloidalen und nodösen Anteile, sowie von regressiven Veränderungen, d.h. Einblutungen, Bindegewebs- und Kalkeinlagerungen und zystischen Erweichungen. Durch diese Erscheinungen wird das gleichmäßig dichte Echomuster der gesunden Schilddrüse aufgelockert, vergrößert und z.T. mit scharf begrenzten echoärmeren oder echoreicheren Arealen durchsetzt.

Abb.1: Echoreiche Struma nodosa - Struma colloides nodosa
Auf dem Ultraschallbild (Abb. 1.1) erkennt man im rechten Lappen einen, durch einen angedeuteten echoärmeren Randsaum abgegrenzten Knoten von 6 cm Durchmesser. Er besitzt ein echoreiches Schallmuster und kleinere echoärmere Areale. Eine direkte knotige Unterteilung innerhalb des Knotens findet man nicht.

Im feingeweblichen Bild (Abb. 1.2) sieht man einen scharf begrenzten, kolloidreichen Knoten mit einem Durchmesser von 6 cm.

Die Begrenzung wird von einem etwas atrophischen kleinfollikulären Schilddrüsengewebe gebildet, das eine Dicke bis zu 2 mm erreicht und dem angedeuteten Randsaum entspricht.

Der Knoten selbst besteht aus mittelgroßen bis großen Follikeln ($\varnothing$ 0,33 - 1,03 mm) mit reichlich Kolloid und ist in sich untergliedert (Abb. 1.3).

Da das homogene Kolloid keine Impedanzsprünge aufweist, stellen die dichtstehenden Follikelwände die Echobildner dar.

Die im Knoten gelegenen echoärmeren oder echofreien Areale entsprechen Zystenbildungen und Einblutungen im histologischen Bild.



Abb. 1.1: Sonographischer
Querschnitt

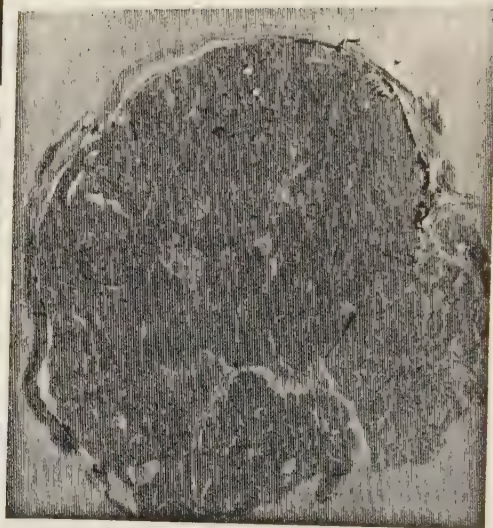


Abb. 1.2: Histologischer
Querschnitt des
Knotens. Vergr. 1,5x

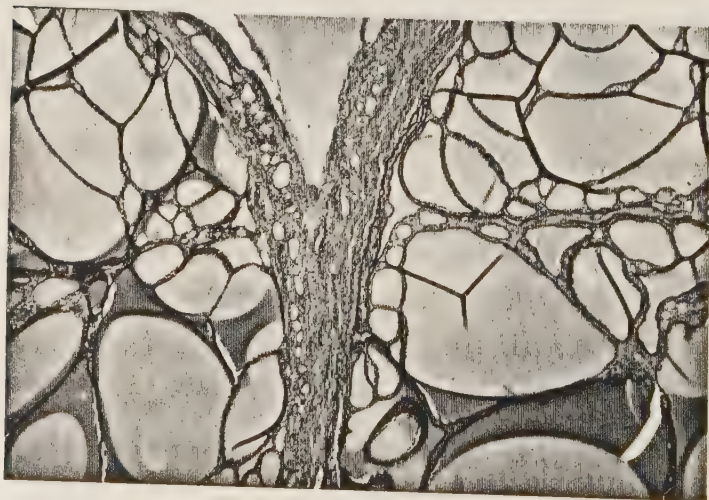


Abb. 1.3: Vergrößerung des Knotenparenchyms. Vergr. 30 x

Abb. 2: Struma diffusa partim nodosa - Struma colloides nodosa

Innerhalb einer homogenen Echostruktur der gesamten Schilddrüse kann man im rechten Lappen einen 1,5 cm großen Knoten mit echofreien Arealen abgrenzen (Abb. 2.1).

Das histologische Bild (Abb. 2.2 u. 2.3) zeigt eine Struma mit mehreren, durch Bindegewebszüge abgeteilte Knoten (Abb. 2.4), die man sonographisch nicht differenzieren kann. Die Follikel innerhalb der Knoten variieren stark in ihrer Größe (Abb. 2.5). Die echofreien Areale entsprechen zystisch erweiterten Follikeln.

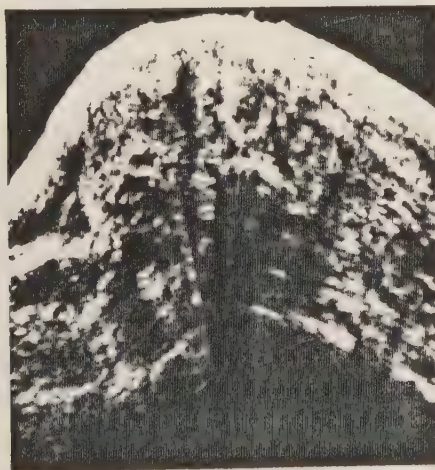


Abb. 2.1: Sonographischer Querschnitt

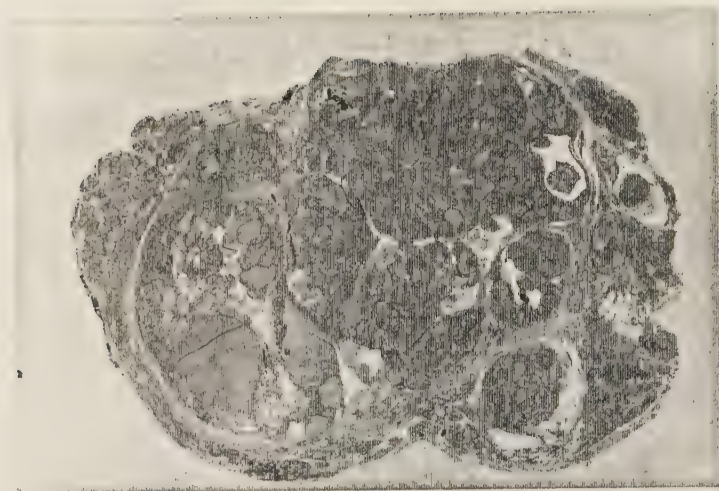


Abb. 2.2: Histologischer Schnitt rechte Seite
Vergr. 3 x

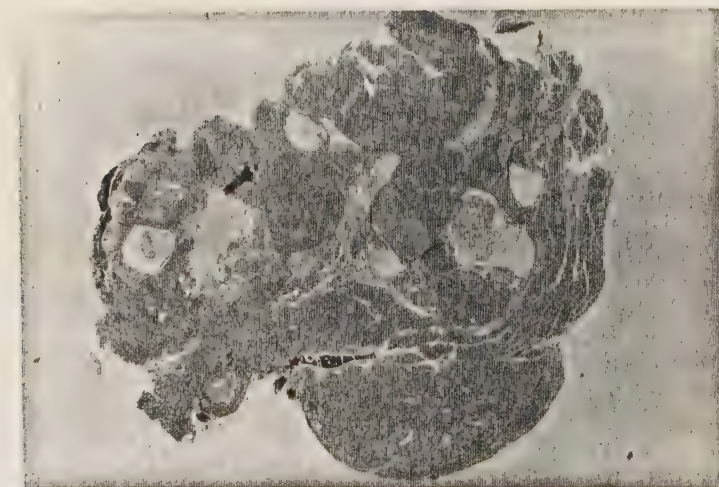


Abb. 2.3: Histologischer Schnitt linke Seite
Vergr. 2,5 x

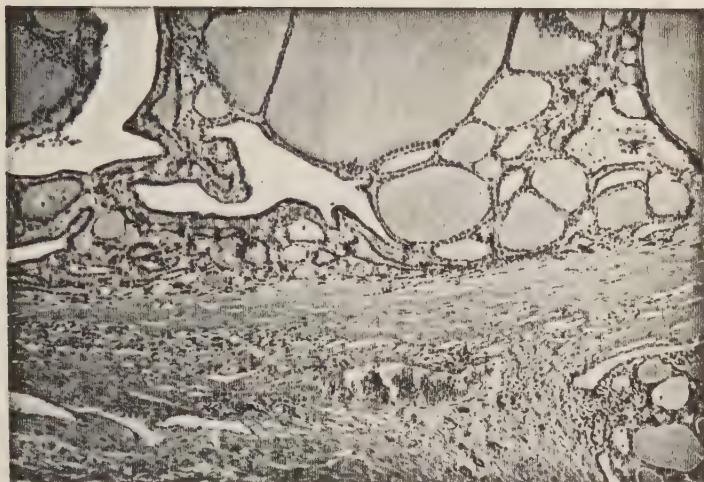


Abb. 2.4: Knotenrandbereich rechter Lappen.
Vergr. 30 x

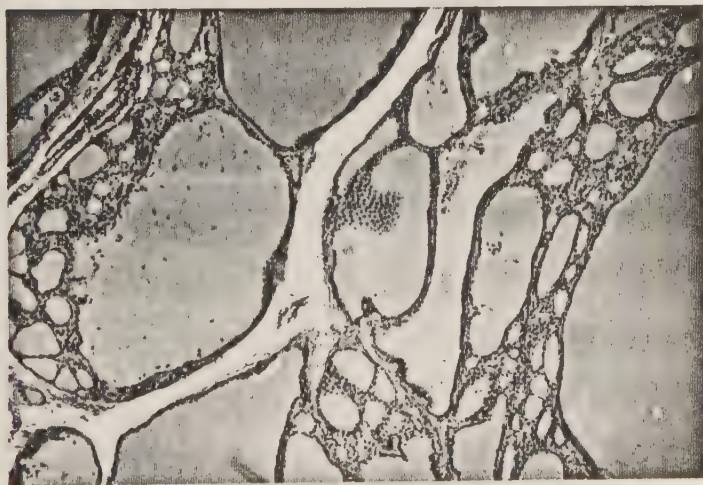


Abb. 2.5: Parenchym linker Lappen
Vergr. 30 x

Abb. 3: Struma nodosa mit ausgeprägten Verkalkungen
 Die Schilddrüse zeigt ein inhomogenes Schallmuster. Im rechten Schilddrüsenlappen findet man eine isolierte Kalkeinlagerung (Abb. 3.1 u. 3.2). Das Gewebe hinter der Verkalkung kann aufgrund der Schallauslöschung nicht beurteilt werden. Histologisch sieht man einen stark regressiv veränderten Strumaknoten (Abb. 3.3) mit Verkalkungen im Randbereich (Abb. 3.4), die die Schallauslöschung bewirken.



Abb. 3.1: Querschnitt

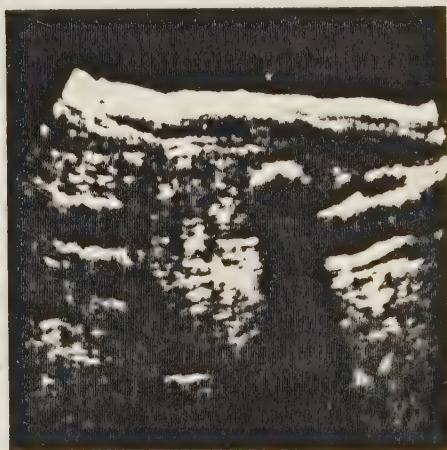


Abb. 3.2: Längsschnitt

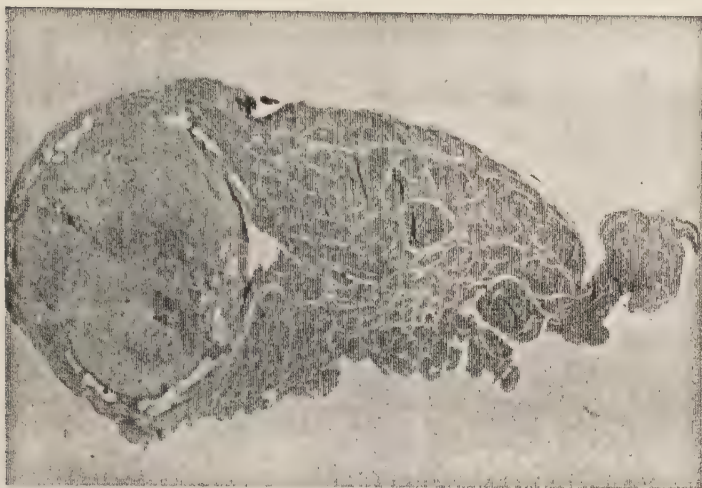


Abb. 3.3: Strumaknoten rechter Lappen im Querschnitt
Vergr. 5 x

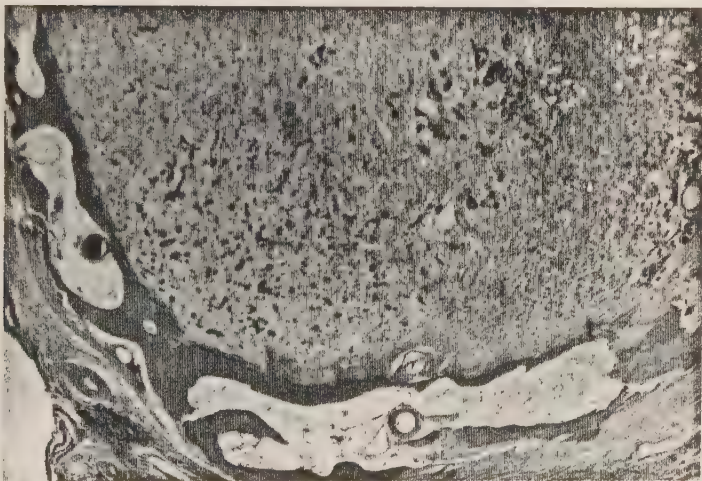


Abb. 3.4: Verkalkungen im Randbereich
Vergr. 20 x

Auch der linke Lappen ist stark regressiv verändert. Man findet einen echoreichen Knoten mit ange-deutetem echoarmen Randsaum, mit Verkalkungen und einer großen zentralen Zyste (Abb. 3.5).

Auf dem histologischen Schnitt läßt sich ein 4 cm großer Knoten mit scharfer Begrenzung erkennen, bestehend aus Bindegewebsfasern und atrophischem Schilddrüsengewebe (Abb. 3.6). Der Knoten selbst ist noch einmal knotig untergliedert und besteht aus großen kolloidgefüllten Follikeln. Er besitzt starke regressive Veränderungen wie Verkalkungen im Randbereich und in der Zystenwand (Abb. 3.7), öde-matöse Auflockerungen und eine große Zyste.

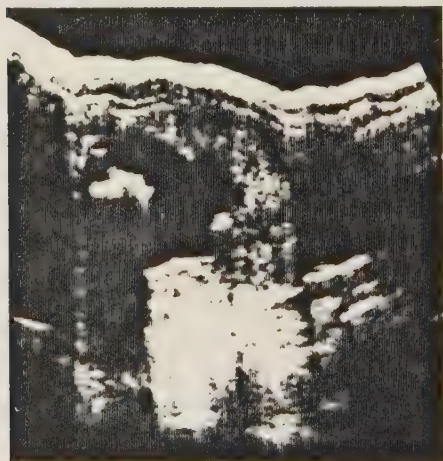


Abb. 3.5: Längsschnitt linker Lappen

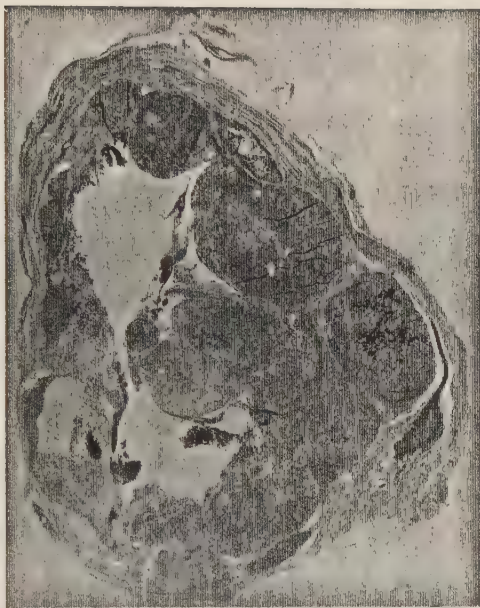


Abb. 3.6: Längsschnitt-
des Knotens
Vergr. 2,5 x



Abb. 3.7: Regressive Veränderungen in der Zystenwand
Vergr. 15 x

Abb. 4: Struma nodosa mit regressiv zystischen Veränderungen

Der gesamte rechte Schilddrüsenlappen wird von einem großen Knoten mit inhomogenem Schallmuster eingenommen, wobei ein Teil echoreicher, der andere echoärmer zur Darstellung kommt (Abb. 4.1). Der echoärmere Knoten besteht histologisch aus kleinen kolloidreichen Follikeln mit zentralen regressiven Veränderungen wie Fibrosen, die sonographisch jedoch nicht zur Darstellung kommen (Abb. 4.3). Der eher echoreiche Knoten beinhaltet große Follikel und eine Vielzahl zystischer Ausweitungen, die als kleine echofreie Bereiche erkennbar sind (Abb. 4.4). Die deutliche Begrenzung, bestehend aus Bindegewebsfasern und komprimierten Schilddrüsengewebe, kann man im Ultraschallbild nicht nachvollziehen.

Im linken Lappen der gleichen Schilddrüse sieht man etwas weiter caudal einen ca. 1,5 cm großen echofreien Bezirk mit dorsaler Echoverstärkung und randständigen Binnenechos (Abb. 4.5).

Im feingeweblichen Bild (Abb. 4.6) entspricht dies einer großen, optisch leeren Zyste mit bindegewebiger Begrenzung, an dessen Rand teilweise Restparenchym eines eher großfollikulären Knotens zu erkennen ist (Abb. 4.7).



Abb. 4.1: Querschnitt



Abb. 4.5: Querschnitt durch
Zyste

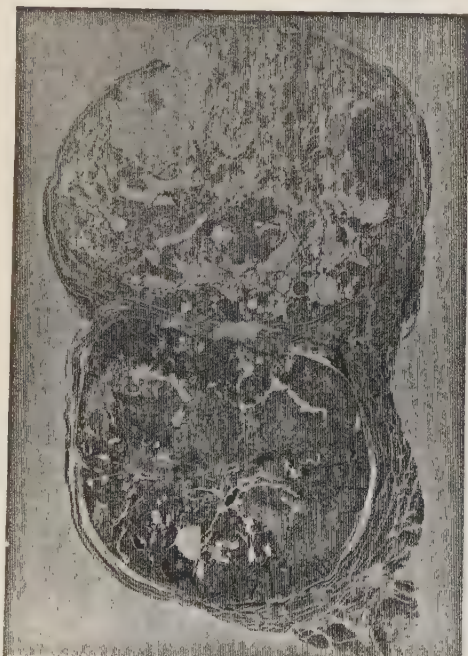


Abb. 4.2: Querschnitt re
Lappen Vergr. 2x

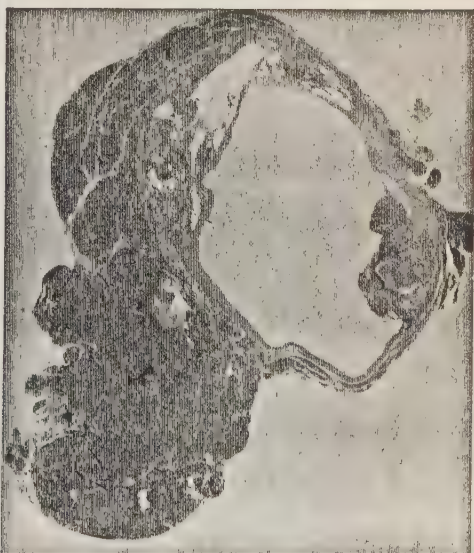


Abb. 4.6: Querschnitt li
Lappen Vergr. 3x

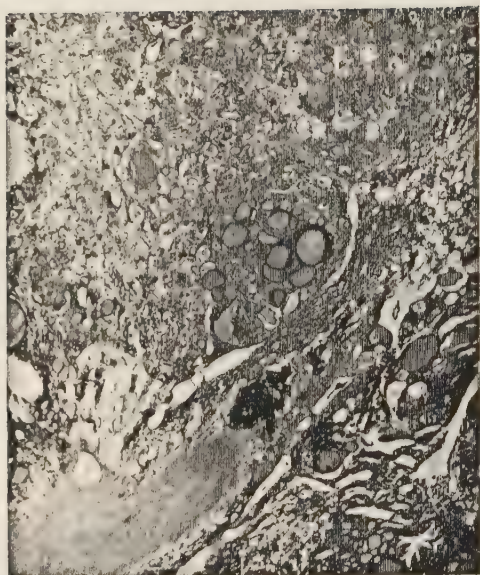


Abb. 4.3: Parenchym
des echo-
ärmeren
Knotens m.
Fibrosebe-
reich
Vergr. 10x

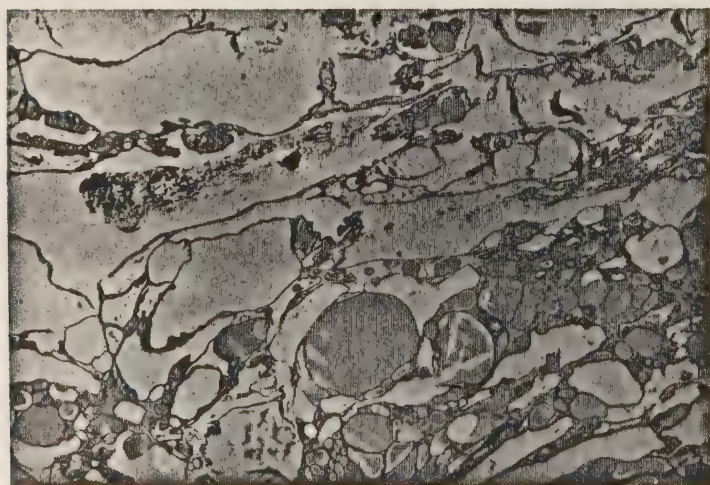


Abb. 4.4: Parenchym des echoreichen Knotens mit zystischen
Erweiterungen. Vergr. 15 x

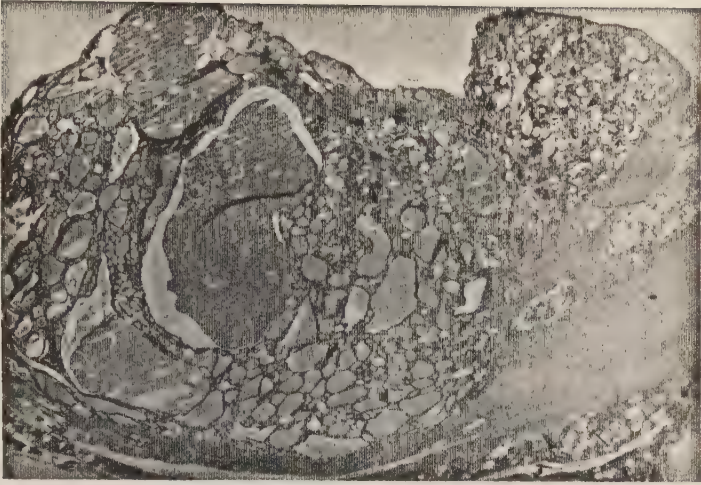


Abb. 4.7: Randbereich d. Zyste
Vergr. 17 x

Abb. 5: Struma colloidosa nodosa mit zystischen Veränderungen

Im rechten Schilddrüsenlappen sieht man einen großen, echoarmen Knoten mit echoarmen Randsaum und zentralem, echofreiem Areal (Abb. 5.1). Dieser Bereich entspricht einer Einblutung (Abb. 5.2). Der echoarme Knoten besteht histologisch aus kleinen, kolloidreichen Follikeln (Abb. 5.4). Im Randbereich finden sich dünne Bindegewebsfasern und komprimiertes Schilddrüsenparenchym.

Im linken Lappen der gleichen Schilddrüse erkennt man innerhalb eines homogenen Echomusters zwei echoarme Knoten (Abb. 5.5), wobei der caudale Knoten im Randbereich eine echodichte Struktur mit dorsaler Schallauslöschung besitzt. Während der craniale Knoten ebenso wie der Knoten im rechten Lappen aus kleinen kolloidreichen Follikeln besteht, ist der caudale teilweise zystisch er-

weiterten, großen Follikeln aufgebaut. Er wird durch eine bindegewebige Kapsel begrenzt, in der sich teilweise narbige und verkalkte Bezirke finden (Abb. 5.6).

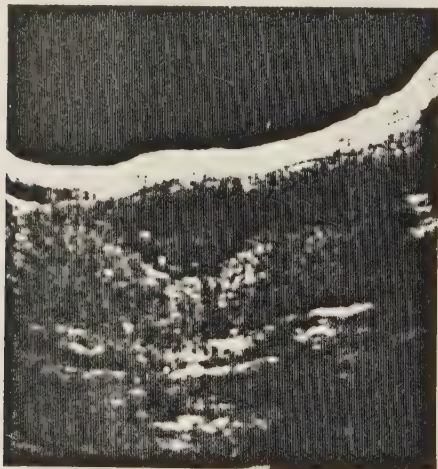


Abb. 5.1: Längsschnitt des re Lappens.



Abb. 5.2: Histologischer Schnitt durch den Knoten
Vergr. 3 x

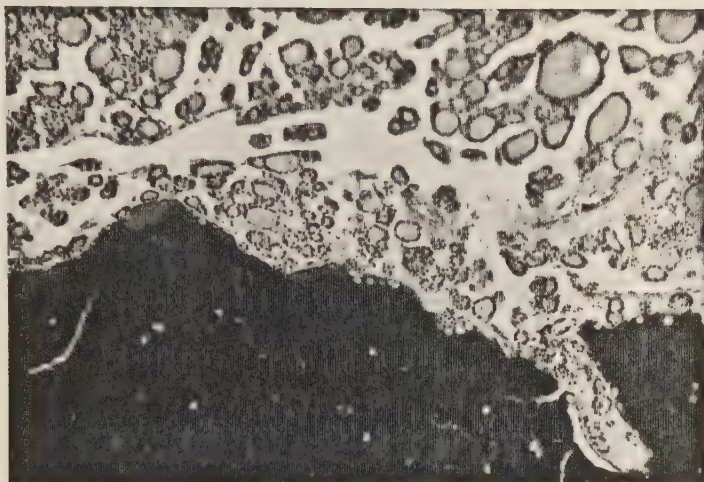


Abb. 5.3: Einblutung in einen kleinfollikulären Knoten
Vergr. 100 x

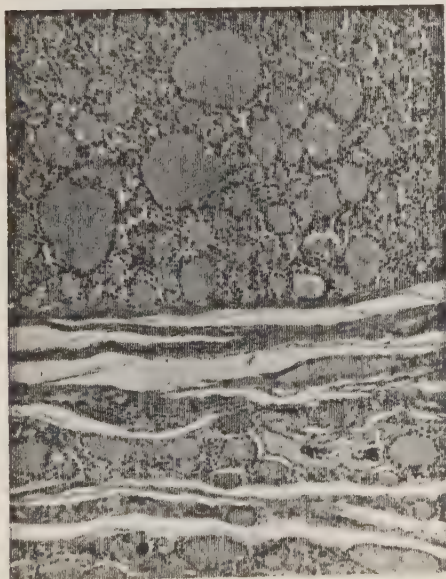


Abb. 5.4: Randbereich des
Knotens
Vergr. 100 x

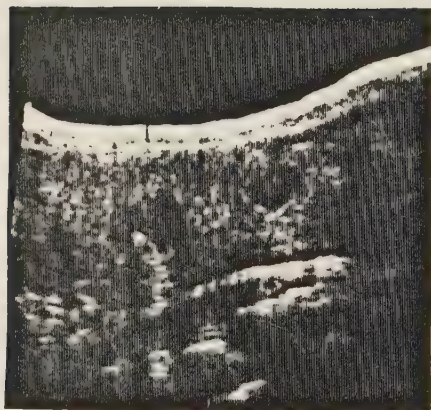


Abb. 5.5: Längsschnitt durch den li Lappen



Abb. 5.6: Histologischer Schnitt durch den Knotenbereich
Vergr. 3 x

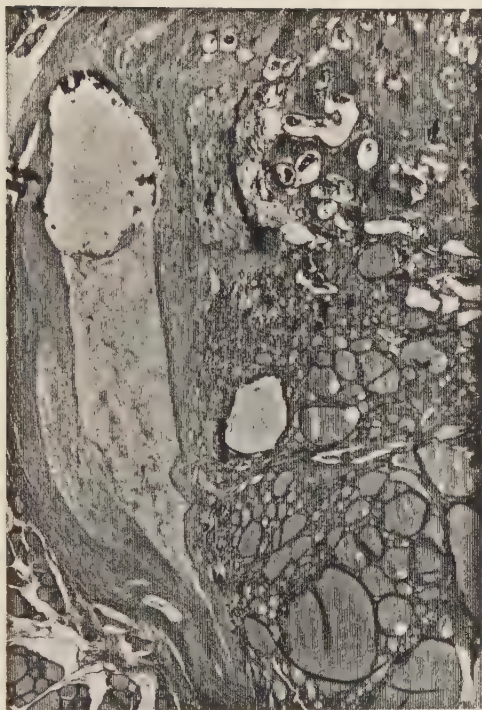


Abb. 5.7: Kapsel des
Knotens mit
Verkalkung
Vergr. 16 x

2. Echoarme Knoten

Die sonographisch am schwierigsten zu beurteilenden Fälle stellen die Veränderungen mit echoarmem Schallmuster dar. Diese Echoarmut kann entweder Folge kleinzystischer Veränderungen sein, oder durch solides, relativ homogenes Gewebe zustande kommen.

Bei den soliden Veränderungen ist es besonders schwierig, zwischen gutartigen, follikulären Adenomen und malignen Schilddrüsentumoren zu unterscheiden, da sie sich oft nur durch den sonographisch nicht nachweisbaren Kapseleinbruch unterscheiden.

2.1. Zystisch degenerierte Knoten

Sind die kleinzystischen Veränderungen genügend groß, und das Auflösungsvermögen des Ultraschallgerätes entsprechend gut, kann man bei manchen echoarmen Knoten die zystische Struktur vermuten. Bei den folgenden Beispielen waren die zystischen Veränderungen so groß, daß sie gut zur Darstellung kamen.

Abb. 6: Echoarme Bezirke - Zystische Degeneration

Man sieht im rechten Lappen einen großen Knoten mit zystischen Veränderungen und Verkalkungen im Randbereich. Im linken Lappen findet man ebenfalls ein inhomogenes Echomuster mit multiplen zystischen Veränderungen und Verkalkungen (Abb. 6.1).

Feingeweblich ist der Knoten der rechten Seite überwiegend aus großen Follikeln (ca. 0,5 mm) aufgebaut (Abb. 6.2). Daneben findet man große kolloidgefüllte Zysten, ältere Einblutungen und Narbenbezirke mit Verkalkungen. Auch die knotige Veränderung der linken Seite (Abb. 6.3) ist ähnlich aufge-

baut, mit zentralen, regressiven Veränderungen und Zystenbildung.

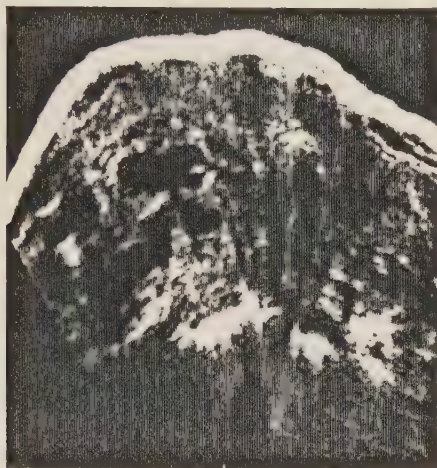


Abb. 6.1: Querschnitt

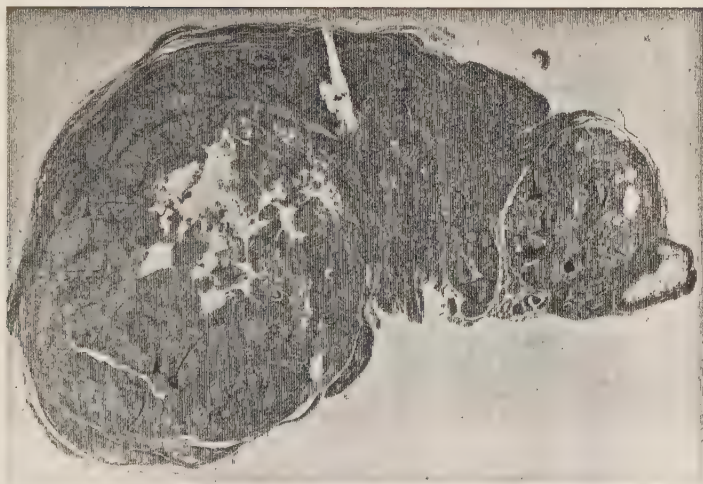


Abb. 6.2: Histologischer Querschnitt durch den re Lappen
Vergr. 2 x

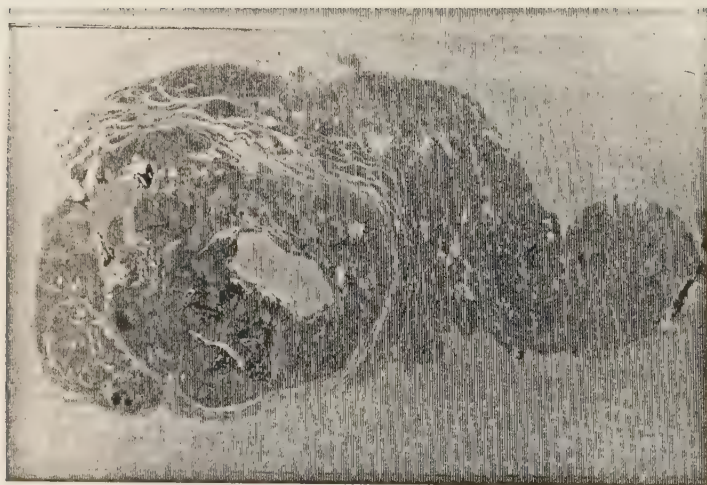


Abb. 6.3: Histologischer Querschnitt durch den linken Lappen
Vergr. 3 x

Abb. 7: Echoarmer Knoten - Zystische Veränderungen

Insgesamt zeigt die Schilddrüse ein sehr inhomogenes Echomuster (Abb. 7.1). Im linken Lappen befindet sich ein umschriebener, echoärmerer Knoten mit teilweise echoarmem Randsaum, dorsaler Schallverstärkung und zentraler Zyste.

Dies entspricht histologisch einer ausgedehnten Einblutung in einen stark regressiv veränderten Knoten mit ausgedehnten Fibrosebezirken und zystischen Erweiterungen (Abb. 7.3). Dem echoarmen Randsaum entspricht eine relativ breite Begrenzung aus dünnen Bindegewebsfasern und atrophischem Schilddrüsengewebe (Abb. 7.4). Im rechten Lappen finden sich sonographisch ebenfalls kleinere, echofreie Bezirke, aber auch echodichte mit dorsaler Schallauslöschung, die Verkalkungen entsprechen. Histologisch sieht man einen ausgeprägt regressiv-zystisch veränderten Knoten (Abb. 7.2) mit Fibrose und Verkalkungen (Abb. 7.5).

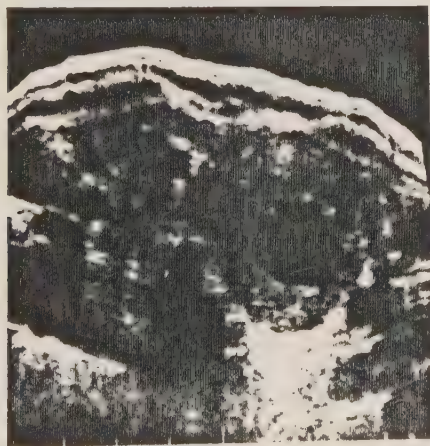


Abb. 7.1: Sonographischer Querschnitt

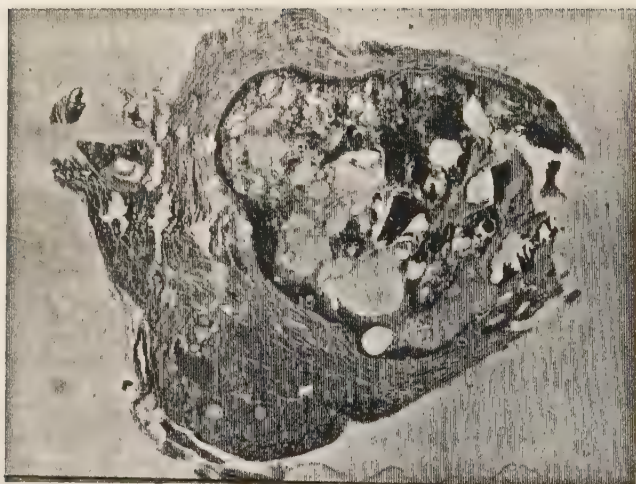


Abb. 7.2: Histologischer Querschnitt durch den re Lappen
Vergr. 4 x



Abb. 7.3: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 3 x

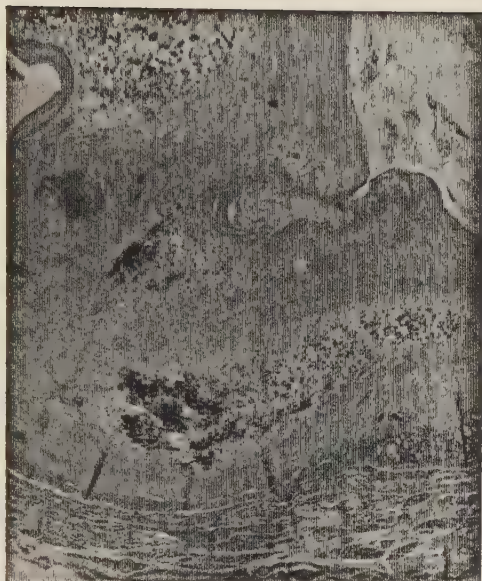


Abb. 7.4: Randbereich
des Knotens
mit regres-
siven Ver-
änderungen
Vergr. 16 x



Abb. 7.5: Verkalkungen, Fibrosebezirke und Einblutungen
Vergr. 15 x

2.2. Follikuläre Adenome

Im Gegensatz zu den zystischen Veränderungen, die regressive Veränderungen darstellen, sind die echten, follikulären Adenome gutartige Neoplasien. Ihre Echoarmut kommt durch den relativ homogenen Gewebsaufbau zustande, der wenig Impedanzsprünge aufweist.

Abb. 8: Echoarmer Knoten - follikuläres Schilddrüsenadenom

Großer, echoarmer, inhomogener Knoten mit Verlagerung der Trachea nach rechts (Abb. 8.1). Das Zentrum erscheint im Verhältnis zum Randgebiet etwas echoreicher.

Auf dem histologischen Schnitt sieht man einen 3 x 3,5 cm großen Knoten mit einer scharfen Begrenzung durch eine schmale bindegewebige Kapsel, die kein sonographisches Korrelat besitzt (Abb. 8.2).

Der Knoten selbst besteht aus relativ gleichförmigen, meist kleinen Follikeln mit eher wenig Kolloid (Abb. 8.3), wobei die zentralen Abschnitte einen deutlich geringeren Gehalt zeigen als die Randabschnitte.

Im Zentrum finden sich auch kleine zystische Veränderungen, wobei die großen, optisch leeren Abschnitte Artefakte durch das Fixieren und Schneiden sind.

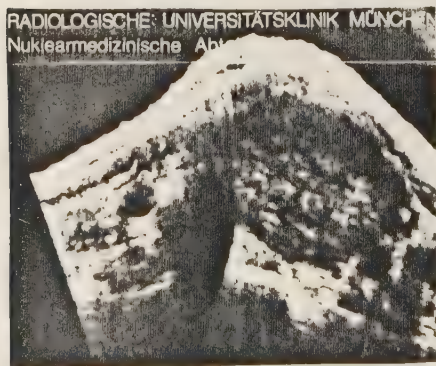


Abb. 8.1: Sonographischer Querschnitt

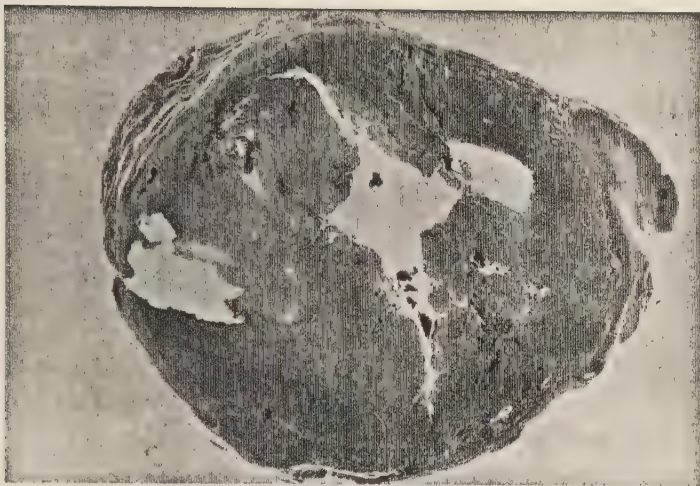


Abb. 8.2: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 3 x

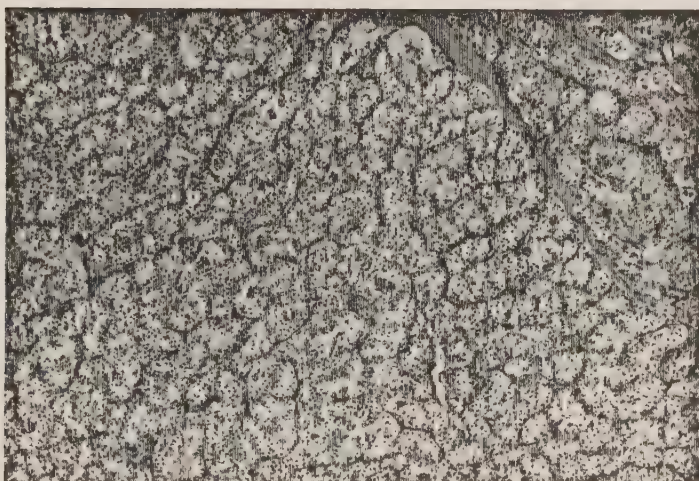


Abb. 8.3: Parenchym aus dem Zentrum des Adenoms
Vergr. 100 x

Abb. 9: Echoarmer Knoten - follikuläres Adenom mit Zyste
Im caudalen Teil des linken Schilddrüsenlappens findet sich ein großer, glattbegrenzter, echoarmer Knoten mit teilweise echofreien Arealen (Abb. 9.1 u. Abb. 9.2). Im Szintigramm stellt er sich als warmer Knoten dar.

Histologisch besteht er aus zum Teil kolloidarmen oder leeren Follikeln mit flachem kubischem Epithel (Abb. 9.3). Die Begrenzung ist eine dünne Bindegewebskapsel (Abb. 9.4).

Im Zentrum findet man eine herdförmige Einblutung und ein zystisches Areal, welche den echofreien Bereichen im Ultraschallbild entsprechen.



Abb. 9.1: Sonographischer
Querschnitt



Abb. 9.2: Sonographischer
Längsschnitt
li Lappen

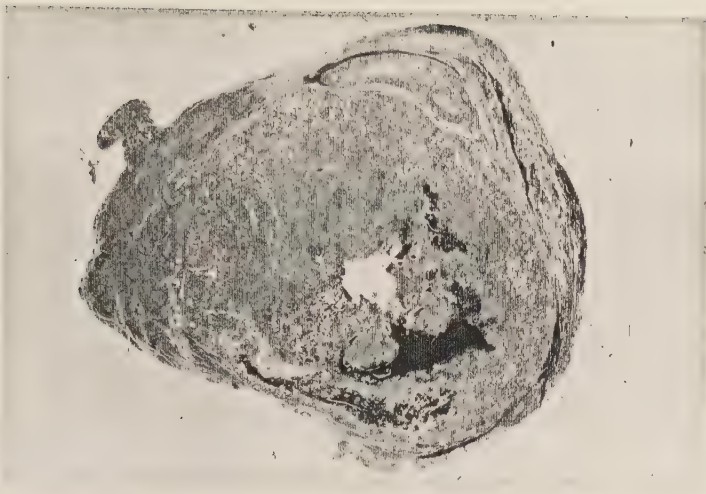


Abb. 9.3: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 3 x

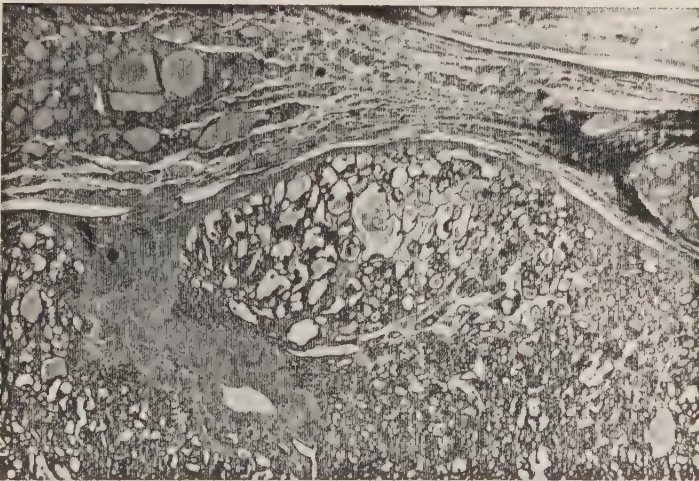


Abb. 9.4: Randbereich des Adenoms
Vergr. 15 x

Abb. 10: Echoarmer Knoten - follikuläres Adenom mit regressiven Veränderungen

Der rechte Schilddrüsenlappen wird von einem großen, echoarmen, glatt begrenzten Knoten eingenommen (Abb. 10.1). Im Knoten selbst befinden sich echofreie, unregelmäßig, aber scharf berandete Bezirke. Histologisch findet man nur noch im Randbereich des Knotens regelrecht ausgebildetes Parenchym, bestehend aus kleinen Follikeln mit größtenteils wenig Kolloid (Abb. 10.2 u. 10.3).

Im Zentrum findet man erhebliche regressive Veränderungen, wie frische und ältere Einblutungen und Fibrinablagerungen. Die noch erkennbaren Follikel besitzen kaum Kolloid. Diese Veränderungen verursachen das echoarme Bild des Knotens.

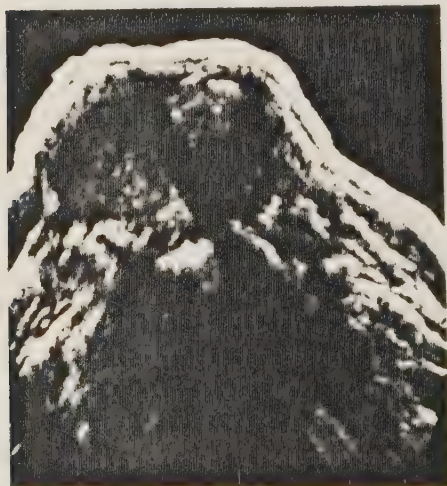


Abb. 10.1: Sonographischer Querschnitt

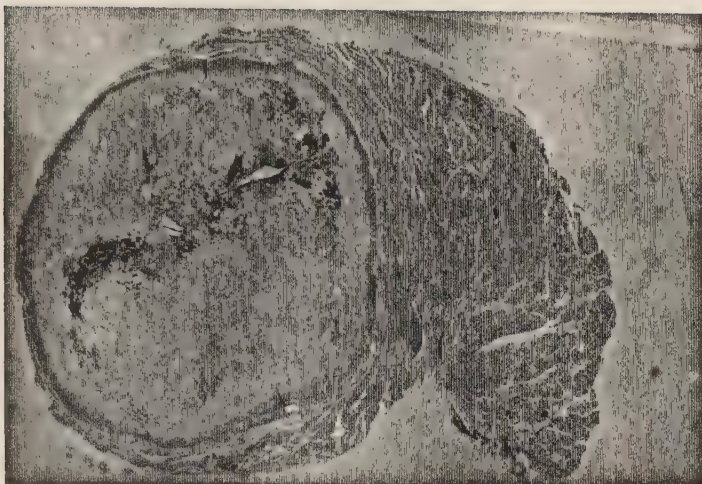


Abb. 10.2: Histologischer Querschnitt durch den re Lappen
Vergr. 4 x



Abb. 10.3: Randbereich des Knotens
Vergr. 16 x

Abb. 11: Echoarmer Knoten - follikuläres Adenom mit regressiven Veränderungen

Großer Knoten echoarmer Struktur im linken Lappen ohne exakte Abgrenzung (Abb. 11.1). Da der Bereich sich szintigraphisch kalt darstellte, wurde der Verdacht auf Malignität geäußert.

Histologisch sieht man jedoch, daß sich der Knoten deutlich durch eine fibröse Kapsel vom übrigen Gewebe abgrenzt (Abb. 11.2).

Der Knoten selbst zeigt nur noch im Randbereich einen dünnen Saum kleinfollikulären Parenchyms (Abb. 11.3), während die zentralen Abschnitte in Form kleiner Zystenbildungen und Fibroseherden verändert sind. Diese bedingen die Echoarmut des Knotens.

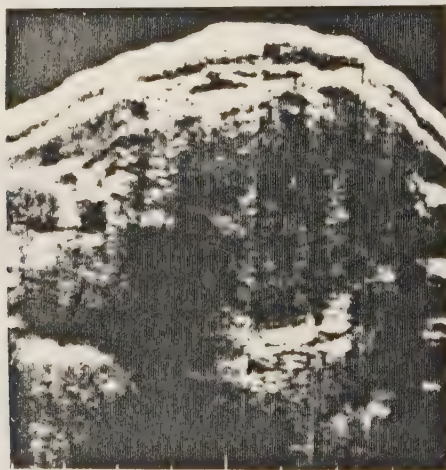


Abb. 11.1: Sonographischer Querschnitt

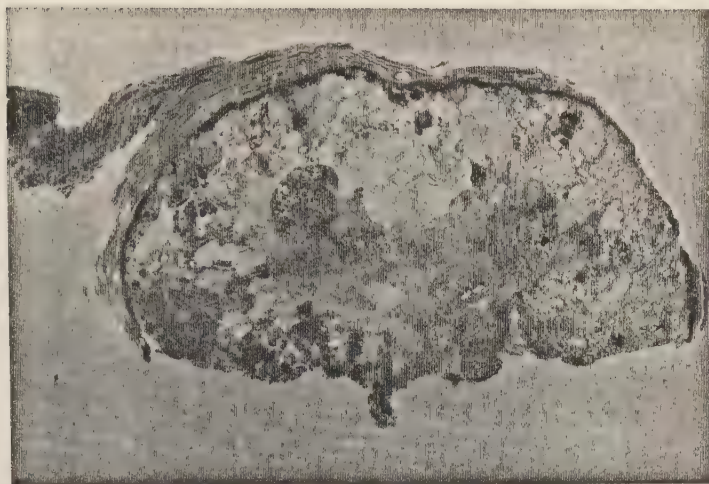


Abb. 11.2: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 2,5 x



Abb. 11.3: Randbereich
des Knotens
Vergr. 13 x

2.3. Karzinome

Da Karzinome aufgrund ihrer Follikelarmut und ihrem Zellreichtum einen homogenen Gewebeaufbau besitzen, fehlt die Echobildung zwischen Kolloid und Follikelwand. Dieser Umstand bedingt das echoarme Schallmuster von Schilddrüsenkarzinomen.

Abb. 12: Echoarmer Knoten - Papilläres Schilddrüsenkarcinom
Der rechte Schilddrüsenlappen zeigt ein inhomogenes Echomuster mit multiplen, echoarmen Arealen, die größtenteils nicht zystisch sind, und schlecht gegen das übrige Gewebe abzugrenzen sind (Abb. 12.1 u. 12.2).

Histologisch findet sich ein papillär strukturiertes Tumorgewebe mit einer zentralen Sklerosierungszone und einer sehr unscharfen Begrenzung gegenüber dem umgebenden Schilddrüsenngewebe, das von mehreren Ausläufern infiltriert wird (Abb. 12.3 u. 12.4).

Bei stärkerer Vergrößerung findet man die typischen Milchglaskerne mit zum Teil dachziegelartiger Überlappung (Abb. 12.5).

Der Tumor überschreitet die Schilddrüsenkapsel und zeigt Gefäßeinbrüche (Abb. 12.6 u. 12.7).

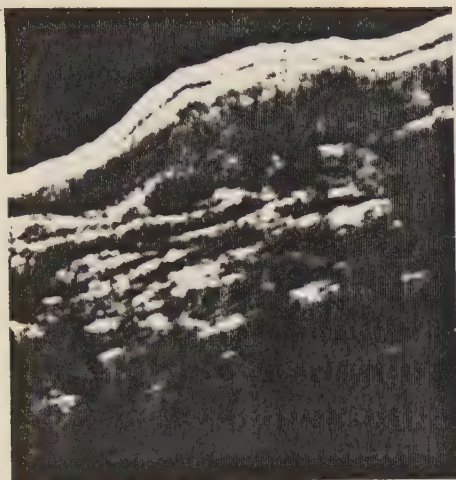


Abb. 12.1: Sonographischer
Längsschnitt des
re Lappens

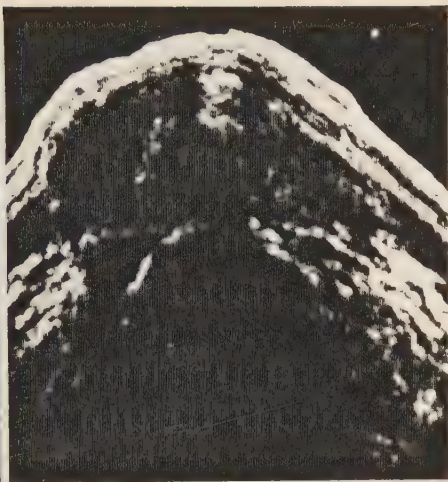


Abb. 12.2: Sonographischer
Querschnitt in
Höhe des echo-
armen Knotens

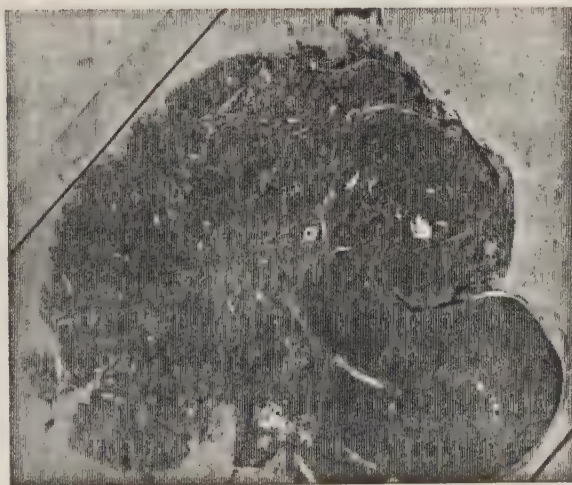


Abb. 12.3: Histologischer Schnitt durch den Knoten
Vergr. 4 x

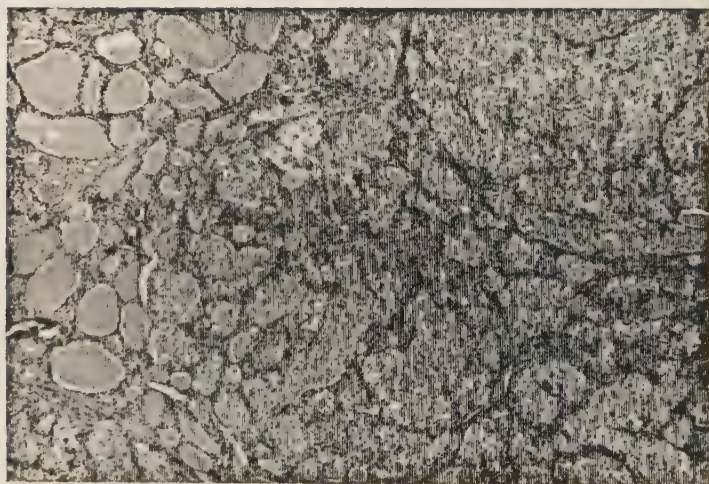


Abb. 12.4: Infiltration des Schilddrüsengewebes durch Tumorgewebe. Vergr. 60 x

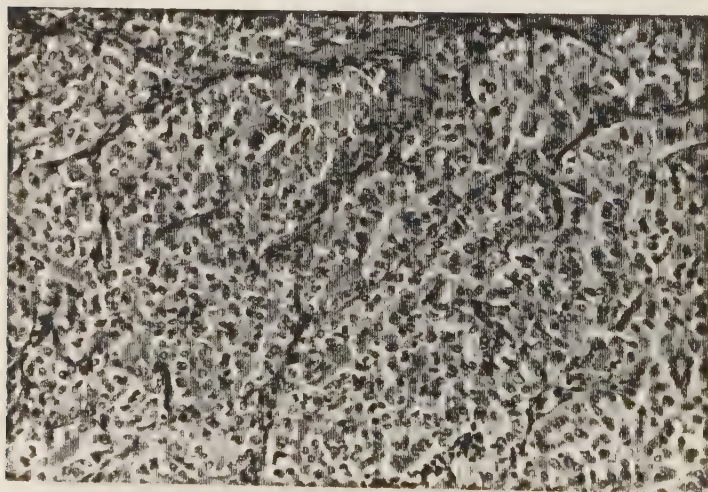


Abb. 12.5: Zellulärer Aufbau des papillären Karzinoms Vergr. 150 x

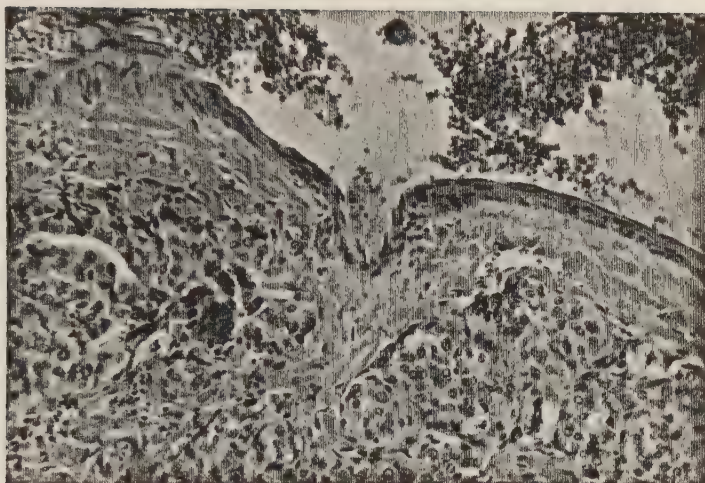


Abb. 12.6: Gefäßeinbruch des Karzinoms
Vergr. 150 x



Abb. 12.7: Infiltration der Schilddrüsenkapsel durch das
Karzinom. Vergr. 60 x

3. Echoreiche Knoten

3.1. Follikuläre Adenome

Etwa zwei Drittel der autonomen Adenome stellen sich im Vergleich zum umliegenden Gewebe als echoärmere Veränderungen dar, während das restliche Drittel ein echoreiches Schallmuster aufweisen.

Abb. 13: Echoreicher Knoten - Follikuläres Schilddrüsenadenom

Fast der gesamte rechte Schilddrüsenlappen wird von einem echoreichen Knoten mit echoarmen Randpartien eingenommen. Die Trachea ist nach links verlagert (Abb. 13.1).

Histologisch entspricht dem Knoten ein follikuläres Schilddrüsenadenom mit zentraler ödematöser Auflockerung und einer stellenweise zentralen Einblutung (Abb. 13.2).

Die Kapsel wird aus dünnen Bindegewebsfasern gebildet mit atrophischen Follikeln, die dem teilweise angedeuteten echoarmen Randsaum entspricht (Abb. 13.3).

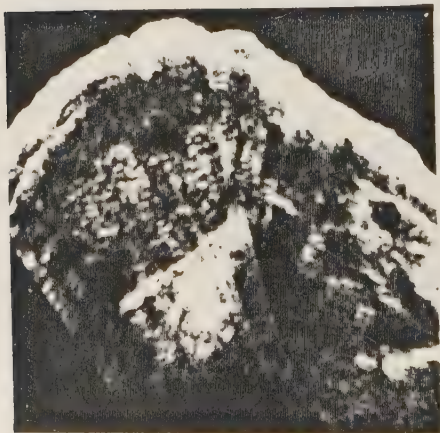


Abb. 13.1: Sonographischer Querschnitt

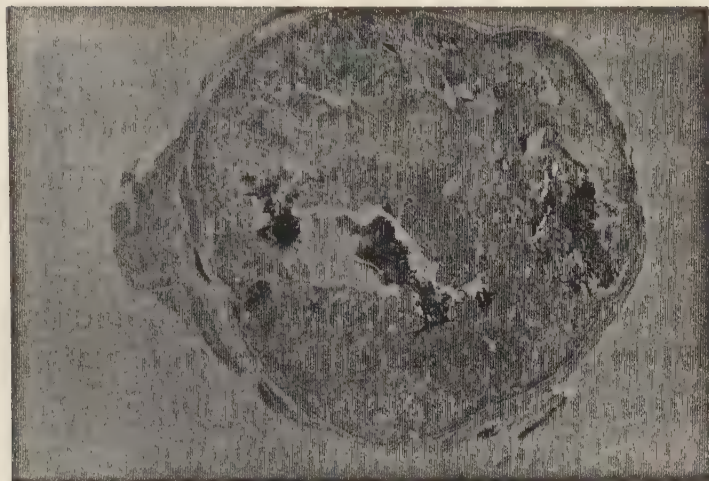


Abb. 13.2: Histologischer Querschnitt durch den Knoten
Vergr. 2 x

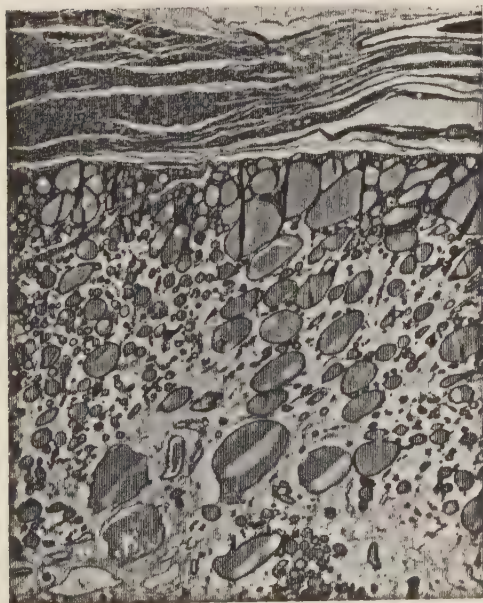


Abb. 13.3: Randbereich
des Knotens
Vergr. 32 x

Abb. 14: Echoreicher Knoten - Follikuläres Schilddrüsenadenom

Der linke Schilddrüsenlappen besteht aus einem großen Knoten mit komplexer, überwiegend echoreicher Binnenstruktur. Er besitzt sowohl im Zentrum, als auch im Randbereich zystische Veränderungen (Abb. 14.1).

Histologisch entspricht diesem Befund ein ca. 4 cm großer Knoten mit deutlicher bindegewebiger Abgrenzung (Abb. 14.2 u. 14.3). Der Knoten selbst besteht aus unterschiedlich großen Follikeln. Er zeigt im Zentrum und auch in den Randabschnitten ausgeprägte regressive Veränderungen in Form von frischen und alten Einblutungen, Zystenbildungen und Vernarbungen.



Abb. 14.1: Sonographischer Querschnitt

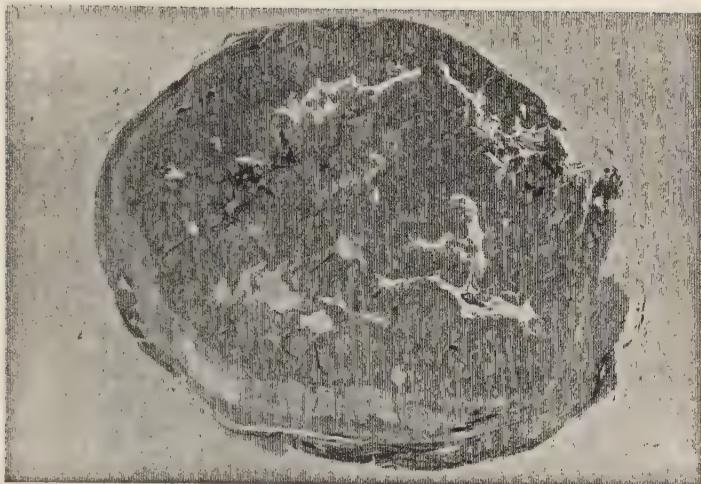


Abb. 14.2: Histologischer Querschnitt durch den Knoten
Vergr. 2,5 x

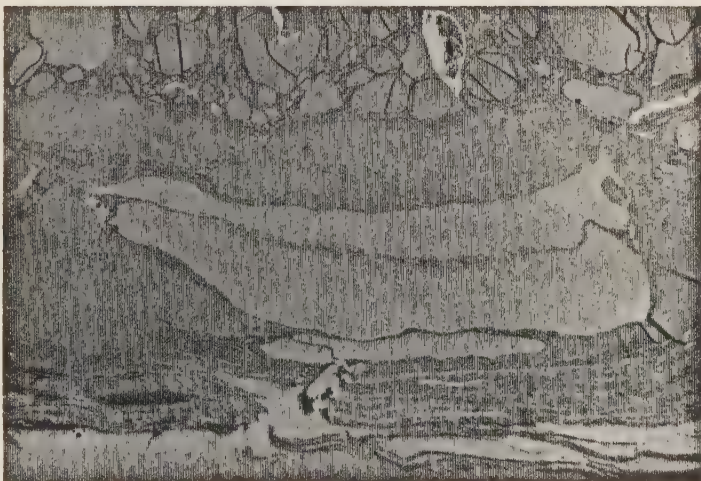


Abb. 14.3: Vergrößerung aus dem Randbereich mit Fibrose-
bereich. Vergr. 12 x

3.2. "Adenomatöse Knoten"

"Adenomatöse" Knoten bestehen aus vielen dichtgepackten großen und kleinen Follikeln, die entsprechend viele akustische Grenzflächen bilden. Dadurch kommt das echoreiche Schallmuster zustande.

Abb. 15: Echoreicher Knoten - Struma colloidosa nodosa mit regressiven zystischen Veränderungen
Die Schilddrüse ist beidseits vergrößert mit inhomogenem Schallmuster. Im rechten Lappen befindet sich ein großer Knoten (Abb. 15.1), der histologisch aus dichtgepackten großen und kleinen Follikeln besteht, so daß eine starke Differenz der Follikelgröße resultiert (Abb. 15.2). Stellenweise finden sich zystische und fibrotische Veränderungen (Abb. 15.3).

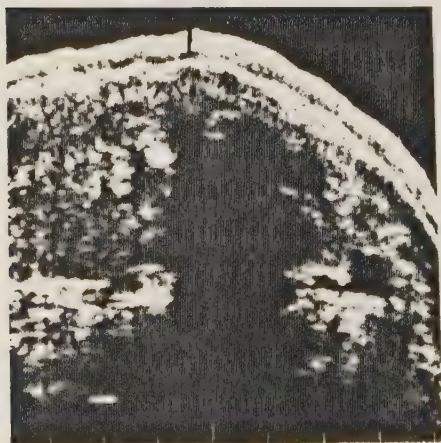


Abb. 15.1: Sonographischer Querschnitt

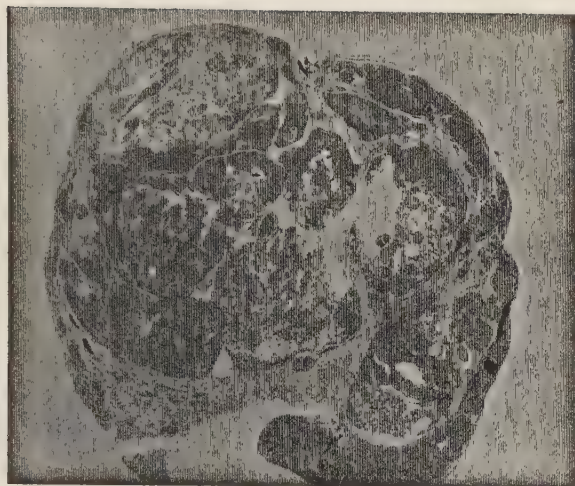


Abb. 15.2: Histologischer Querschnitt durch den Knoten
Vergr. 2 x

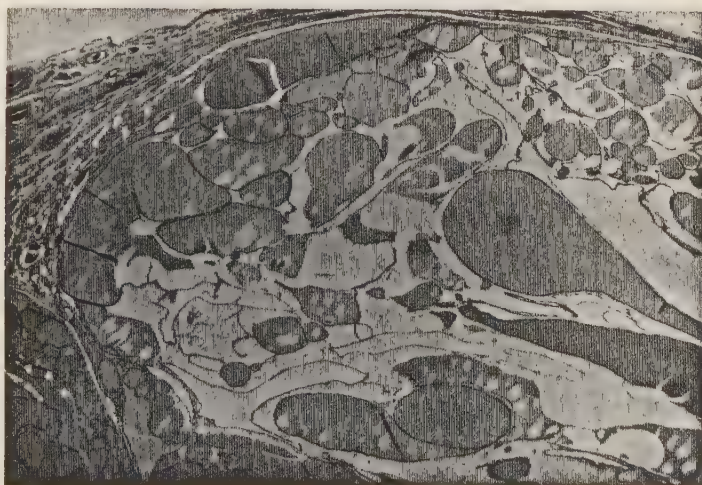


Abb. 15.3: Vergrößerung des Randbereiches
Vergr. 16 x

Abb. 16: Zystische Veränderungen in echoreichem Knoten -
Struma colloidodes nodosa

Der linke Lappen wird von einem großen inhomogenen Knoten eingenommen. Er erscheint zum Teil echoreicher und besitzt mehrere glattrandige, echofreie Areale (Abb. 16.1), die im feingeweblichen Aufbau zystischen Erweichungen und frischen Einblutungen entsprechen (Abb. 16.2). Das Parenchym besteht wiederum aus dichtgepackten großen und kleinen Follikeln (Abb. 16.3).

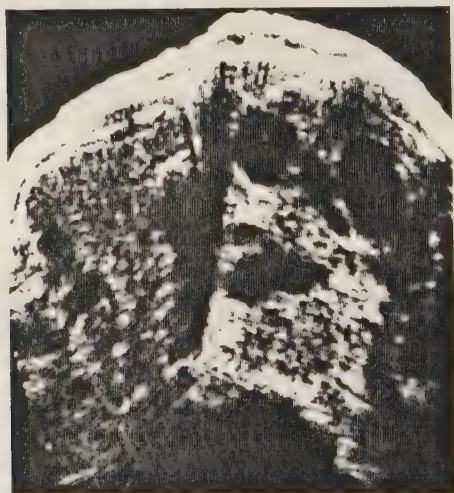


Abb. 16.1: Sonographischer Querschnitt

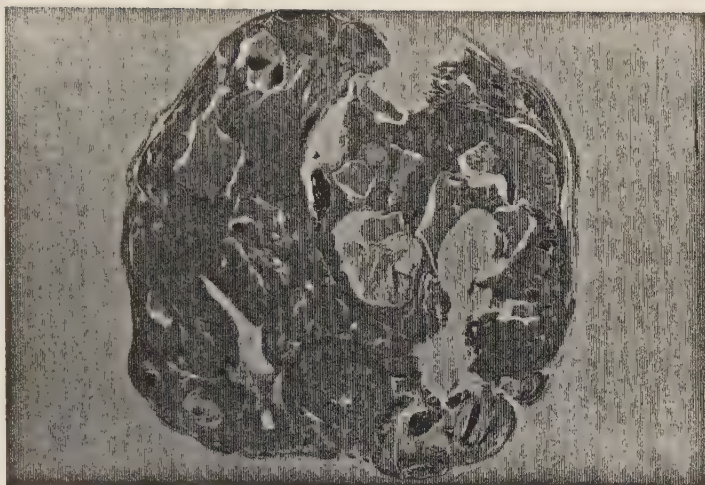


Abb. 16.2: Histologischer Querschnitt durch den Knoten
Vergr. 2 x

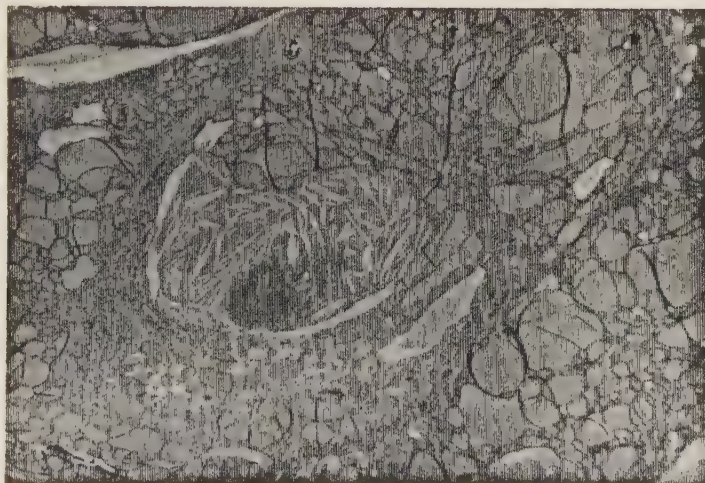


Abb. 16.3: Parenchym des Knotens
Vergr. 17 x

4. Zysten

Zysten stellen sich im Ultraschallbild als umschriebene, runde oder ovale, glattberandete, echofreie Areale dar. Da homogenes Material keine Grenzflächen besitzt, kommt es nicht nur zu fehlenden Binnenechos, sondern auch zu einer verminderten Schallabschwächung.

Durch den Tiefenausgleich bedingt dies eine dorsale Echoverstärkung, die mit der Größe der Zyste zunimmt. Bei kleinen Zysten kann sie oft fehlen.

Mit zunehmender Schallverstärkung füllt sich die Zyste vom Rand her mit Echos auf, wobei jedoch der zentrale Bereich freibleibt.

4.1. Blutungszysten

Während sich Blutungszysten bei niedriger Verstärkung echoleer darstellen, zeigen sie oft bei zunehmender Verstärkung unregelmäßige Binnenechos, die Gewebetrümmern entsprechen.

Abb. 17: Echoarmer Knoten - Alte Blutungszyste

Der linke Lappen wird von einem großen, echofreien Bezirk eingenommen, der unregelmäßig, aber glatt begrenzt ist. Das übrige Gewebe stellt sich echoarm dar (Abb. 17.1).

Die unregelmäßige Begrenzung kommt durch das Restparenchym im Randbereich zustande (Abb. 17.2). Dies zeigt, daß es in einen großfollikulären Knoten eingeblutet hat (Abb. 17.3). Die Kapsel wird aus dünnen Bindegewebsfasern gebildet.



Abb. 17.1: Sonographischer Querschnitt

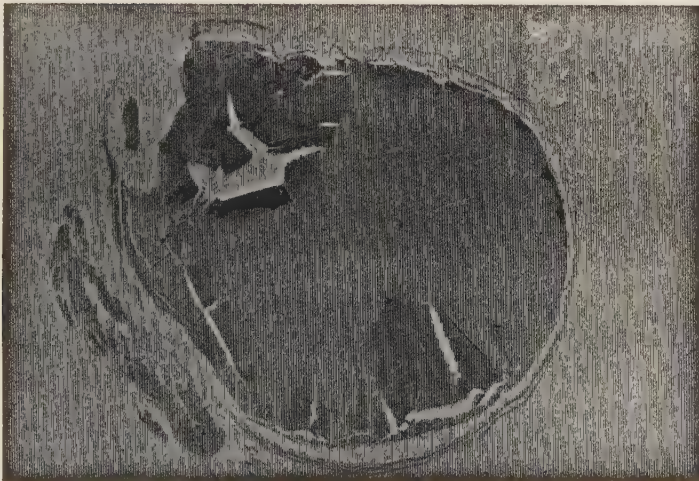


Abb. 17.2: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 2 x

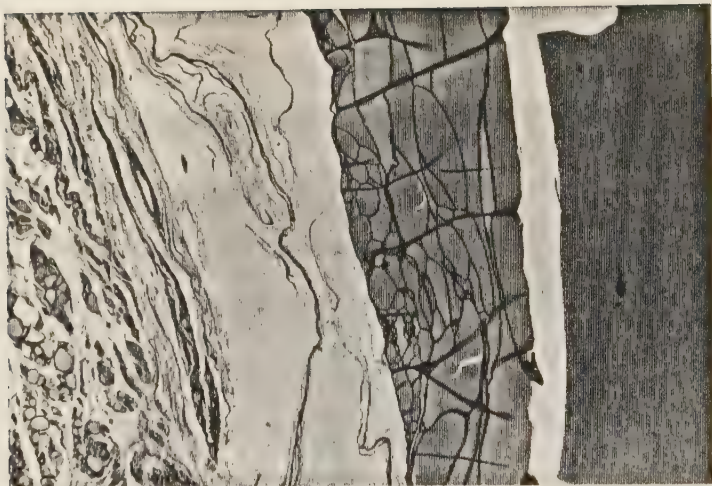


Abb. 17.3: Randbereich des Knotens. Vergr. 13 x

4.2. Kolloidzysten

Kolloidzysten stellen sich echofrei dar. Häufig ist ihr Rand nicht glatt, sondern gezackt, so daß die Bezirke eine unregelmäßige Form annehmen. Finden sich Schilddrüsenreste in der Zyste, so können vereinzelt Binnenechos auftreten.

Abb. 18: Echofreier Prozeß - Regressive Zystenbildung

Unregelmäßig umrandetes, glatt begrenztes echofreies Areal, das den ganzen rechten Lappen ausfüllt, teilweise mit dorsaler Echoverstärkung. In der Zyste finden sich teilweise Binnenechos (Abb. 18.1 u. 18.2).

Im histologischen Schnitt liegt die Zyste innerhalb eines kleinfollikulären, kolloidreichen Knotens mit teilweise ödematöser Auflockerung (Abb. 18.3). Die Zyste entspricht nicht mehr der Originalgröße, da Zysten beim Fixieren meistens kollabieren. Die Zy-

stenwand ist glatt begrenzt. Sie enthält teilweise altes Blutpigment und Verkalkungen, die den echo-dichten Strukturen entsprechen (Abb. 18.4).

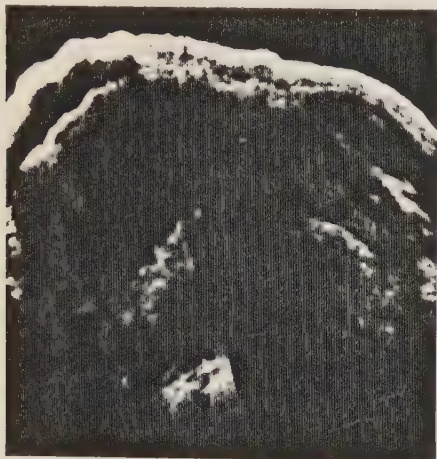


Abb. 18.1: Sonographischer Querschnitt



Abb. 18.2: Sonographischer Längsschnitt durch den re Lappen



Abb. 18.3: Histologischer
Querschnitt
durch den re
Lappen
Vergr. 3 x

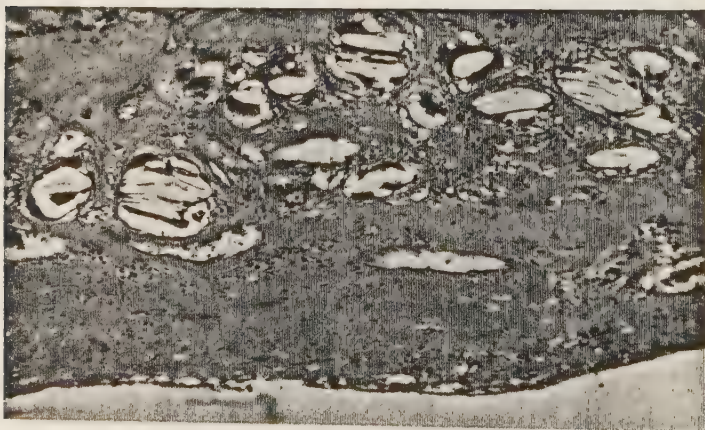


Abb. 18.4: Vergrößerung der Zystenwand mit Verkalkungen
und altem Blutpigment. Vergr. 30 x

5. Die Hyperthyreose vom Typ des Morbus Basedow

Es findet sich bei der Basedow-Hyperthyreose eine diffuse Echoarmut des ganzen Organs. Dieses typische Echomuster findet man nach Maier et al. in ca. 70 % der Fälle. Bei weiteren 13 % war die Echoarmut nicht ganz so charakteristisch. Bei den restlichen 17 % ergab sich das Schallmuster der normalen Schilddrüse (42).

Abb. 19: Echoarme Schilddrüse - Hyperthyreose vom Basedow-Typ

Sehr echoarmes Schallmuster der gesamten Schilddrüse. Im linken Lappen findet man zwei echoreiche Areale (Abb. 19.1).

Im feingeweblichen Aufbau findet man ein gleichmäßig lobulär untergliedertes Schilddrüsenparenchym mit mittelgroßen Follikeln, die lockeres Kolloid enthalten (Abb. 19.2). Im linken Lappen ist zusätzlich ein isolierter Knoten zu erkennen, der kleinfollikulär aufgebaut ist und im Zentrum eine große Einblutung besitzt (Abb. 19.3).

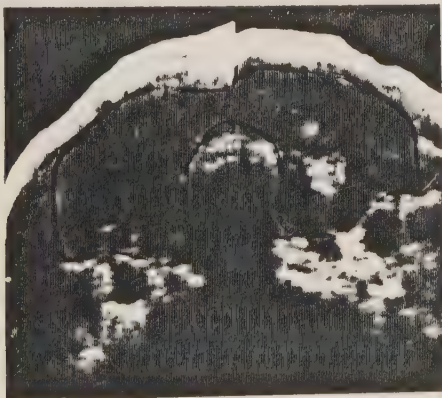


Abb. 19.1: Sonographischer Querschnitt. Vergr. 1,5 x

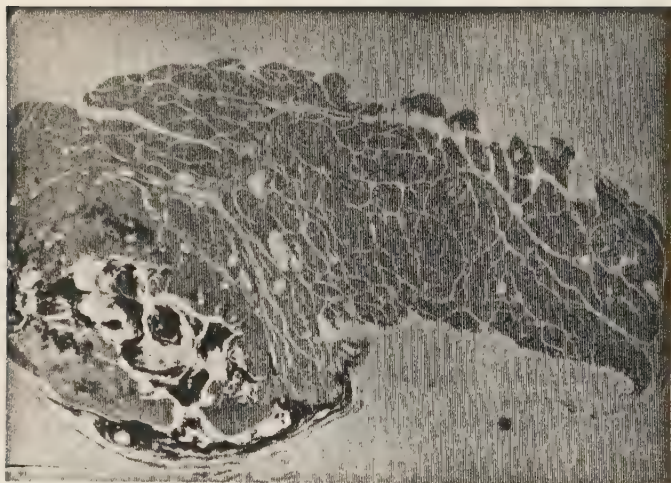


Abb. 19.2: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 4 x

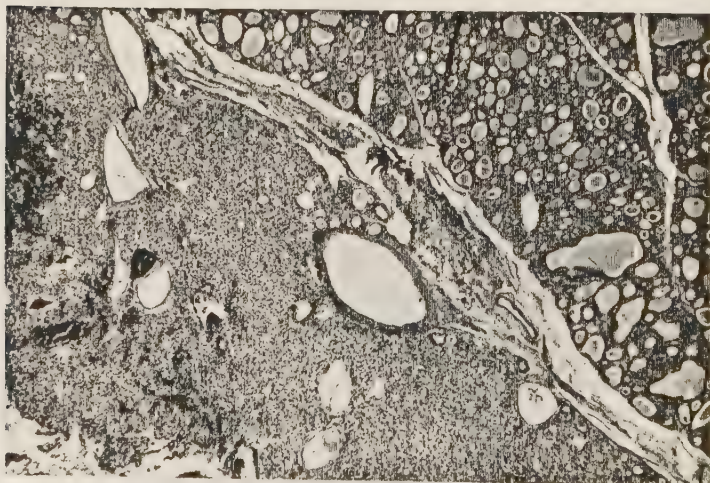


Abb. 19.3: Vergrößerung aus dem Randbereich des Knotens
Vergr. 45 x

Abb. 20: Diffuse Strüma - Hyperthyreose vom Basedow-Typ

Die Schilddrüse zeigt eher ein echoärmeres Schallmuster, ohne nachweisbare Knotenbildung (Abb. 20.1).

Histologisch ist das Parenchym aus kleinen bis mittelgroßen Follikeln aufgebaut, die zum Teil kolloidreich, zum Teil mit einem auffallend blassen Kolloid gefüllt sind (Abb. 20.2 u. 20.3).

Man kann einen kleinen ($\varnothing$ 0,7 mm) Knoten auf der rechten Seite, bestehend aus sehr kleinen, kolloidfreien Follikeln, abgrenzen, der sonographisch nicht sicher abzugrenzen ist.



Abb. 20.1: Sonographischer Querschnitt



Abb. 20.2: Histologischer Querschnitt durch den re Lappen
Vergr. 6 x

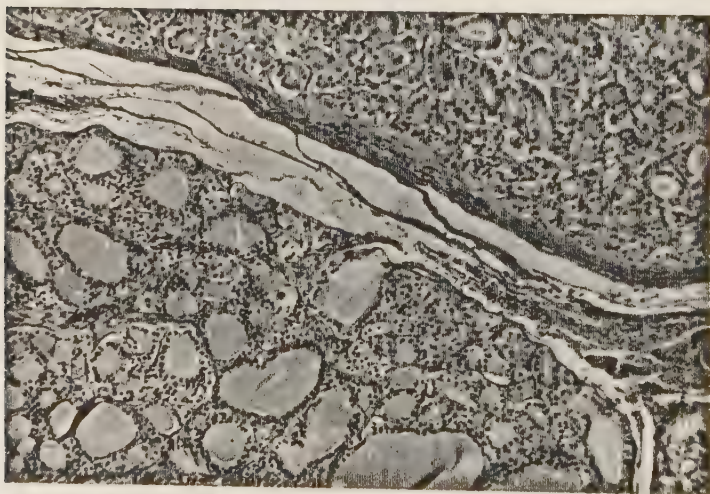


Abb. 20.3: Randbereich des Knotens
Vergr. 45 x

6. Disseminierte Autonomie

Da diese Diagnose keine histologische, sondern eine funktionelle Diagnose ist, trägt die Sonographie nichts dazu bei. In diesem beschriebenen Fall stellt sich die Schilddrüse eher echoarm dar.

Abb. 21: Echoarme Schilddrüse - Dissiminierte Autonomie

Inhomogenes, eher echoarmes Schallmuster, ohne abgrenzbare Knoten (Abb. 21.1).

Diesem entspricht ein überwiegend gleichmäßig lobuliertes, hyperplastisches Schilddrüsengewebe mit kolloidarmen Follikeln (Abb. 21.2 u. 21.3). Teilweise findet sich schon ein Übergang zu Knotenbildungen, die sonographisch jedoch noch nicht sichtbar sind.

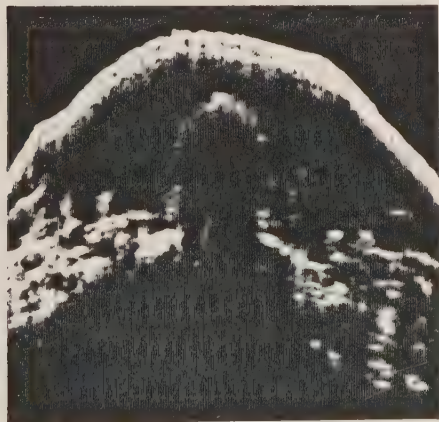


Abb. 21.1: Sonographischer Querschnitt

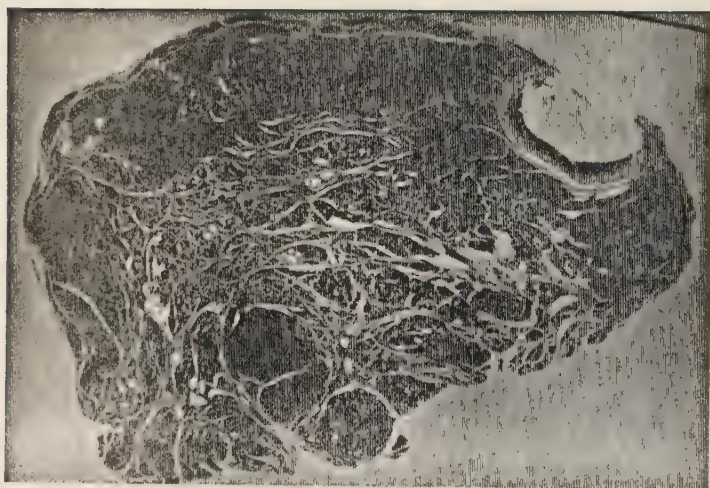


Abb. 21.2: Histologischer Querschnitt durch den li Lappen
Vergr. 5 x

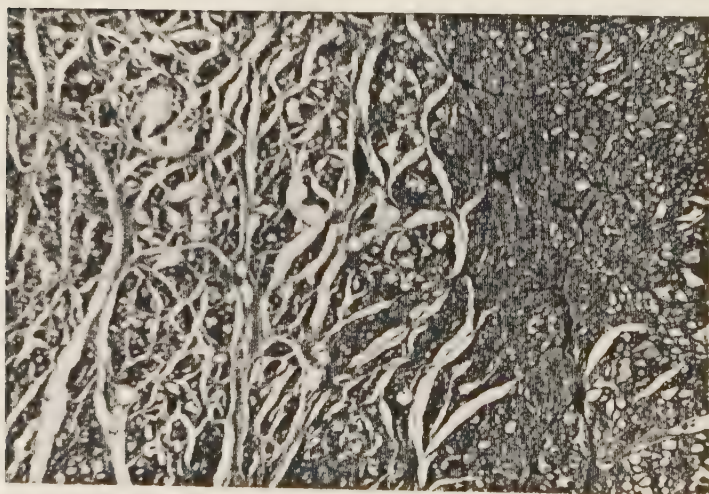


Abb. 21.3: Parenchym des li Lappens
Vergr. 30 x

VI. DISKUSSION

Obwohl die Sonographie schon längere Zeit in die Schilddrüsendiagnostik eingeführt wurde, bestehen nur wenige Untersuchungen zur Echoentstehung im Gewebe (2, 42, 48).

In dieser Arbeit wurde versucht, den histologischen Schnitt direkt mit dem Ultraschallbild zu vergleichen. Dies bereitete jedoch oft Probleme, da es sich als äußerst schwierig herausstellte, die entsprechende Ebene im Operationspräparat zu finden.

Tabelle 1: Patientengut der Untersuchung

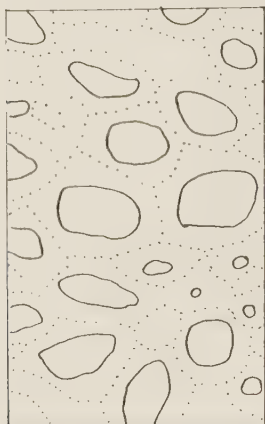
Echo- muster	Histo- logie	Struma colloides nodosa	fol- l. Adenom	Zysten	Struma parench.	Karzinome
echofrei		2	--	3	--	--
echoarm		4	10	--	3	2
echoreich		8	6	--	--	--
echonormal		3	--	--	2	--
mixed		7	--	--	--	--
		24	16	3	5	2

Das Echomuster hängt von der Anzahl der Impedanzsprünge ab, d.h., besitzt das Gewebe viel akustische Grenzflächen, so stellt es sich echoreicher dar.

Die Grenzflächen im Schilddrüsengewebe bilden die Follikelwände, die eine andere Konsistenz aufweisen als ihr Kolloidgehalt.

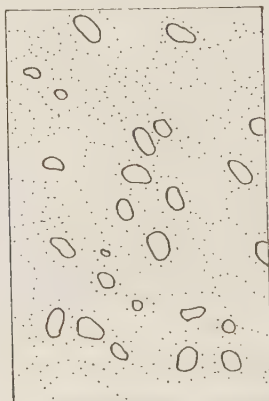
Eine gesunde Schilddrüse besteht aus gleichmäßigen, kolloidreichen Follikeln. Sie stellt sich deshalb, im Verhältnis zum umliegenden Muskelgewebe echoreich dar, da sie viele Grenzflächen aufweist.

Abb. 1: Echobildende Grenzflächen bei normalem Schilddrüsengewebe



Follikuläre Adenome, die Struma parenchymatosa und auch die Karzinome zeigen einen vermehrten Zellgehalt und weniger Kolloid. Dies führt zu weniger Impedanzsprüngen und damit zur Echoarmut des Schallbildes.

Abb. 2: Echobildende Grenzflächen bei mikrofollikulärem Aufbau



Die Zell-Kolloid-Grenze trägt somit als reflektierende Grenzfläche wesentlich zur Entstehung des Echomusters bei (2, 42, 48).

Das Schallmuster hängt jedoch nicht nur vom Kolloidgehalt ab, es wird auch von der Follikelgröße beeinflusst.

Aufgrund meiner Messungen ergibt sich, daß beim echonormalen Schallmuster der Follikeldurchmesser Mittelwerte um $135 \mu\text{m}$ ($s \pm 35 \mu\text{m}$) annahm, während er beim echoarmen Muster durchschnittlich $32 \mu\text{m}$ ($s \pm 11 \mu\text{m}$) betrug.

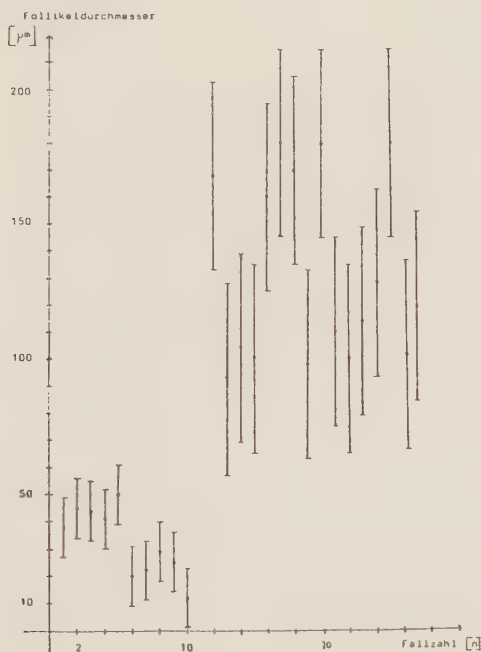


Abb. 3: Follikeldurchmesser in Schilddrüsengewebe mit echoarmem und echonormalem Schallmuster

Da der Übergang von reiner Reflexion zur Streuung an Grenzflächen im Bereich der Wellenlänge auftritt,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1500 \text{ m/sec}}{5 \text{ MHz}} = 0,3 \text{ mm},$$

liegen die Follikel der normalen Schilddrüse (0,1 - 0,5 mm) innerhalb dieses Bereiches. Deswegen werden die Schallimpulse an größeren Follikeln reflektiert, d.h. es kommen mehr Impulse am Empfänger an (Abb. 4), während bei kleinen Follikeln die Impulse nach allen Seiten gestreut werden und somit nur ein geringer Teil der ausgesandten Schallwellen den Empfänger erreichen (Abb. 5) (42, 48).

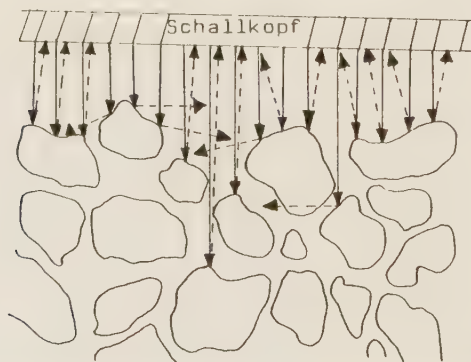


Abb. 4: Reflexion des Schallimpulses an großen Follikeln

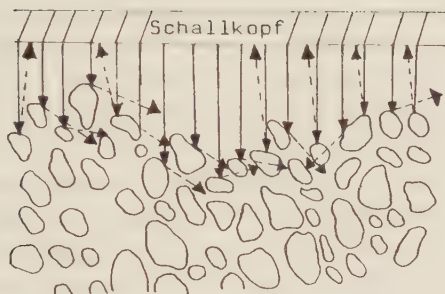


Abb. 5: Streuung des Impulses bei kleinen Follikeln

Bei einem normalen Schallbild erwartet man nun histologisch eine normofollikuläre bis makrofollikuläre Schilddrüse mit reichlich Kolloid, während ein echoarmes Schallmuster auf die Verminderung des Kolloidgehaltes und eine Vermehrung des Zellgehaltes hinweist (48).

Diese Feststellung bezieht sich jedoch nur auf nicht regressiv veränderte Schilddrüsen, da degenerative Veränderungen wie Fibrosierungen, Verkalkungen oder zystische Erweiterungen das Schallmuster entscheidend beeinflussen und zu einer Inhomogenität und Vergröberung des Bildes führen.

Vom Schallmuster kann also nicht mehr auf die exakte Morphologie geschlossen werden.

Innerhalb der Studie wurden insgesamt 16 autonome Adenome untersucht. Von diesen stellten sich 10 echoarm dar, d.h. 63 %, während die restlichen 6 Adenome ein echoreiches Schallmuster besaßen.

Frank und Mitarbeiter fanden 1980 bei 42 stoffwechselaktiven Knoten 39 echoarme, d.h. 93 %. Dieses Ergebnis wurde 1982 von Reiners und Mitarbeitern bei 64 autonomen Adenomen bestätigt. Bei Olbricht und Mitarbeiter lag der Anteil der echoarmen Knoten bei 77 % von insgesamt 26 untersuchten au-

tonomen Adenomen. Die Abweichung bezüglich des Schallmusters in dieser Arbeit liegt an der Auswahl des Patientengutes. Die Patienten wurden präoperativ sonographiert, d.h. die Indikation zur Operation war bereits gestellt. Dadurch sah man ausgeprägte Befunde häufiger.

Die echoreichen Adenome besaßen alle einen Durchmesser von 3 - 5 cm. Sie bestanden teilweise aus sehr unterschiedlich großen Follikeln (siehe Abb. 13.3) und enthielten ausgeprägte regressive Veränderungen wie alte und frische Einblutungen, Zystenbildungen und Vernarbungen.

Dieses histologisch bunte Bild weist entsprechend viele Schallgrenzen auf und verursacht damit den Echoreichtum des Knotens, der auch als "komplex" bezeichnet wird.

Da so ausgeprägte degenerative Veränderungen meist erst bei länger bestehenden großen Knoten vorkommen, stellen sich diese eher echoreich dar.

Bei 4 der 6 echoreichen Adenome fand sich ein echoarmer Randsaum, während bei den 10 echoarmen keiner gesehen wurde. Ebenso besaßen 6 Strumaknoten diesen Randsaum, wovon sich 4 echoreich darstellten und der Rest echoarm.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Knoten mit echoarmem Randsaum

	Adenome	Strumaknoten
echoreiche Knoten ohne Randsaum	2 (33 %)	4 (45 %)
echoreiche Knoten mit Randsaum	4 (67 %)	5 (55 %)
echoarme Knoten ohne Randsaum	10 (100 %)	6 (75 %)
echoarme Knoten mit Randsaum	--	2 (25 %)

Zeitweise wurde versucht, den auch als "halo-sign" bezeichneten echoarmen Randsaum als sonographisches Kriterium der Benignität eines Knotens zu sehen (26).

Diese Hypothese wurde jedoch von anderen Untersuchern widerlegt (56). Die häufige Diskrepanz zwischen dem sonographischen Befund und dem histologischen Aufbau wurden von Prop-
per et al. durch entzündliche perinoduläre Infiltrate erklärt, was in dieser Studie nicht bestätigt werden konnte (56).

Hier sah man im feingeweblichen Schnitt dünne Bindegewebsfasern, umgeben von atrophischen Schilddrüsenfollikeln. Dies weist auf eine Kompression des umgebenden Gewebes hin, bedingt durch die behinderte Ausdehnung beim Wachstum des Knotens innerhalb der von einer Kapsel umgebenden Schilddrüse (61).

Deshalb findet sich der echoarme Randsaum häufiger bei großen knotigen Veränderungen der Schilddrüse. Eine dünne, fibröse Kapsel stellt sich dagegen meist nicht dar.

Neben dem durch regressive Veränderungen wie ödematöse Auflockerung, Einblutungen, Zystenbildungen und Vernarbungen verursachten, echoreichen Schallbild gibt es noch ein zweites histologisches Korrelat. Die von Maier et al. als "adenomatöse Knoten" definierten Veränderungen in der Schilddrüse (42).

Sonographisch finden sich große echoreiche Knoten von runder oder ovalärer Form mit glatter Begrenzung und echoarmen Randsaum. Sie treten vor allem in Strumen in Jodmangelgebieten auf.

Ihr histologischer Aufbau besteht aus dichtgepackten größeren und kleineren kolloidreichen Follikeln. Damit sind vermehrt akustische Grenzflächen vorhanden, die den Schall reflektieren und somit ein echoreiches Schallmuster hervorrufen (Abb. 15 u. Abb. 16).

Während die echoreichen Veränderungen in erster Linie für gutartige Prozesse sprechen - es wurden bisher nur vereinzelt echoreiche Malignome gefunden (18, 41, 54) - ist die Beurteilung von echoarmen Knoten wesentlich schwieriger, da sich darunter unterschiedliche Gewebsaufbauten, einschließlich der Malignome verbergen können (11, 12, 21, 26, 35, 41, 43, 52, 54, 55, 61, 74, 76).

In dieser Untersuchung fanden sich drei verschiedene histologische Gewebearten, die sich alle echoarm darstellten.

1. Benigne zystisch-degenerative Veränderungen

Die zystische Degenerationen sind so stark ausgeprägt und so verteilt, daß sich der Knoten echoarm darstellt. Sind die Veränderungen genügend groß und besitzt das Gerät eine gute Auflösung, so erkennt man die zystische Struktur der Echoarmut (Abb. 6 u. Abb. 7).

2. Follikuläre Adenome

Sie bestehen aus kleinen, dichtgepackten Follikeln mit

wenig Kolloid und sind somit ein relativ homogenes Gewebe mit wenig Impedanzsprüngen. Dies führt zu einer Echoarmut des Schallbildes (Abb. 8, Abb. 9, Abb. 10 u. Abb. 11).

3. Maligne Schilddrüsentumoren

Obwohl ihr Gewebsaufbau unterschiedlich ist, weisen sie als gemeinsames Merkmal die Follikelarmut und den Zellreichtum auf. Dies führt zu einer homogenen Struktur mit wenigen akustischen Grenzflächen, so daß sie sich echoarm darstellen (Abb. 12).

Schon seit Einführung der Sonographie in die Schilddrüsendiagnostik wurde versucht, Kriterien für die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Veränderungen aufzustellen.

In älteren Arbeiten nach Fujimoto und Taylor (1974) ist ein lockeres und inhomogenes Strukturmuster charakteristisch für Malignome (23, 68). Dem wird jedoch in der neueren Literatur widersprochen (52).

Auch in dieser Arbeit konnte kein malignomspezifisches Muster gefunden werden.

Als malignomverdächtig wurden echoarme Veränderungen mit schlechter Abgrenzbarkeit gegenüber dem umliegenden Gewebe gewertet, die sich im Szintigramm als kalte Knoten darstellten. Bei 2 der 6 Fälle konnte histologisch ein Karzinom gefunden werden.

Tabelle 3: Malignomverdächtige Befunde im Ultraschall

	stark regressive Adenome	follikuläre Karzinome	papilläre Karzinome
echoarmer Knoten ohne sichere Abgrenzbarkeit	4 (75 %)	1 (12,5 %)	1 (12,5 %)

Die restlichen 4 Fälle entsprachen großen, stark regressiv veränderten Adenomen mit einer deutlichen bindegewebigen Kapsel. Die Echoarmut wird von vielen Untersuchern immer wieder als Malignitätskriterium bezeichnet (11, 18, 20, 21, 26, 35, 37, 47, 52, 53, 56, 62, 64, 71, 74, 75), obwohl inzwischen mehrere echoreiche Malignome beschrieben wurden (10, 56, 60).

Jedoch ist die Echoarmut nicht spezifisch für Karzinome, denn auch degenerativ-zystisch veränderte Knoten und follikuläre Adenome weisen dieses Strukturmuster auf.

Die histopathologischen Kriterien für Malignität, wie infiltratives Wachstum und Zellatypien bei wenig ausgereiftem Gewebe sind bei Schilddrüsenkarzinomen oft so diskret ausgeprägt, daß sie nur im histologischen Schnitt durch Gefäßleinbrüche oder Kapseleinbrüche diagnostiziert werden können.

Sonographisch bedeutet dies, daß auch ein gut abgrenzbarer Knoten ein Schilddrüsenkarzinom sein kann, während ungenaue Randkonturen auch bei gutartigen Veränderungen vorkommen können (Tab. 3).

Ebenso unspezifisch sind alle Arten regressiver Veränderungen, wie Zysten, zystische Erweichungen, Vernarbungen und Kalk, die sowohl in benignen wie malignen Veränderungen zu finden sind. Obwohl die Malignitätswahrscheinlichkeit von echoarmen Knoten zwischen 17 % (62) und etwa 50 % (18) beträgt und mit sonographischen Zeichen des invasiven Wachstums noch ansteigt, kann man keine sonographischen Kriterien finden, die sicher für oder gegen die Malignität eines Knotens sprechen. Somit bleiben Punktion und Histologie für die endgültige Diagnose unerlässlich (1).

Trotz dieser Einschränkungen ist der Einsatz der Sonographie in der Malignomdiagnostik wichtig. Die Ultraschalldiagnostik dient als zusätzliches, bildgebendes Verfahren, besonders bei der Abklärung kalter Knoten im Szintigramm (14, 17, 22,

40, 63, 68, 77), da mit großer Sicherheit zwischen Zyste und solidem Knoten mit und ohne regressive bzw. zystische Veränderungen unterschieden werden kann (4, 17, 25, 45, 57).

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Mit zunehmendem Einsatz der Sonographie in der Routine der Schilddrüsendiagnostik stellt sich immer wieder die Frage nach pathognomonischen Echomustern.

In dieser Arbeit wurden 50 Ultraschallbilder mit den entsprechenden histologischen Schnitten verglichen.

Dabei stellte man fest, daß nicht nur die Follikelgröße, sondern vor allem die Zell-Kolloid-Grenze das Schallmuster beeinflußt. Diese Gesetzmäßigkeit bezieht sich jedoch nur auf nicht regressiv veränderte Schilddrüsen, da jede degenerative Veränderung zu einer Vergrößerung des Schallmusters führt und man somit das Parenchym selbst nicht mehr exakt beurteilen kann.

Innerhalb der Studie wurden 16 autonome Adenome sonographiert, von denen sich 6 echoreich darstellen, während die restlichen 10 ein echoarmes Bild boten.

Sämtliche echoreiche Adenome besaßen einen großen Durchmesser (3 - 5 cm) und bestanden aus unterschiedlich großen Follikeln mit ausgeprägten regressiven Veränderungen.

Da sich diese Befunde erst bei länger bestehenden Knoten entwickeln, stellen sich diese eher echoreich dar.

Auch den echoarmen Randsaum trifft man häufiger bei großen echoreichen Knoten an, wobei es keinen Unterschied macht, ob es sich um einen Adenom- oder Strumaknoten handelt. Histologisch besteht er aus dünnen Bindegewebsfasern und komprimierten Schilddrüsenfollikeln. Dies sind die Zeichen für ein schnelles, verdrängendes Wachstum der Knoten, das auch klinisch häufig beobachtet wurde.

Da auch ein Karzinom solch ein Wachstum aufweisen kann, ist der echoarme Randsaum kein spezifisches Zeichen für Benignität.

Ebenso unspezifisch sind alle Arten regressiver Veränderung und das echoarme Schallmuster, das immer als ein Malignitätskriterium bezeichnet wird.

Unter den echoarmen Veränderungen fanden sich degenerativ-zystisch veränderte Knoten, follikuläre Adenome und Schilddrüsenkarzinome, so daß auch in dieser Arbeit kein malignom-spezifisches Schallmuster gefunden wurde.

Ein szintigraphisch kalter Bezirk, der sich im Sonogramm echoarm darstellt, gilt somit als malignomverdächtig, bis das Gegenteil durch Zytologie oder Histologie bewiesen ist. Trotz dieser Einschränkungen trägt das Ultraschallbild wesentlich zur Abklärung kalter Knoten im Szintigramm bei, da mit großer Sicherheit zwischen Zyste und solidem Knoten unterschieden werden kann.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Bauer, E., Kimmig B., Weber M., Zakkou E.:
Sonographische Diagnostik der Struma maligna. Krankenhausarzt 55 (1982) 23-27
2. Becker W., Reiners Chr., Wiedemann W., Schäffer R., Börner W.:
Sonographie bei diffuser Hyperthyreose: sind immunogene Formen differenzierbar? Klinikarzt 13 (1984) 920 - 932
3. Blum M.:
Enhanced clinical diagnosis of the thyroid disease using echography. Amer. J. Med. 59 (1975) 301 - 307
4. Blum M., Goldmann A.B., Herskovic A., Hernberg J.:
Clinical applications of the thyroid echography. N. Engl. J. Med. 287 (1972) 1164-1169
5. Blum M., Passalacqua A., Sackler J., Pudlowski R.:
Thyroid echography of subacute thyroiditis. Radiology 125 (1977) 795 - 798
6. Böcker W.:
Funktionelle Pathomorphologie der Schilddrüsentumoren. Veröffentlichungen aus der Pathologie, Stuttgart - New York, Gustav Fischer Verlag (1979)
7. Brockmann W.P., Crone-Münzbrock W., Steinhagen E., Spengler D.:
Schilddrüsen- und Nebenschilddrüsenveränderungen im Ultraschall (real-time-B-Bild). Ultraschall 6 (1985) 2 - 12

8. Bruneton J.N., Drouillard J., Caramella E., Roux P., Occelli J.:
 Ultrasonography in thyroid tumors: 400 cases. *Excerpta Medica: International Congress Series Amsterdam* 547 (1981)
9. Carlsen E.:
 Ultrasound physics for the physicans. A brief review. *J. Clin. Ultrasound* 3 (1975) 69
10. Chilcote W.S.:
 Gray-scale ultrasonography of the thyroid. *Radiology* 12 (1976) 381 - 383
11. Crocker E.F., Jellins J.:
 Gray scale ultrasonic examination of the thyroid gland. *Med. J. Austr.* 2 (1978) 244 - 248
12. Crocker E.F., McLauphlin A.F., Kossof G., Jellins J.:
 The gray-scale echographic appearance of thyroid malignancy. *J. Clin. Ultrasound* 2 (1974) 305
13. Cuello C., Correa P., Eisenberg H.:
 Geographic pathology of thyroid carcinoma. *Cancer* 23 (1969) 230 - 239
14. Damascelli B., Cascinelli N., Livraghi T., Veronesi U.:
 Preoperative approach to thyroid tumors by a two-dimensional pulsed echo technique. *Ultrasonics* 6 (1968) 242
15. Durante E., Azzena G.F., Belcastro S., Santini A.:
 Correlation between the echographic picture and operative findings in disease of the thyroid gland. *Surgery in Italy*, Vol. 7 No. 2 (1977)

16. Eder M., Gedigk P.:

Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (1984) 453 - 461

17. Frank Th.:

Ultrasonic methods in thyroid diagnosis with particular reference to the differential diagnosis of the "cold nodule". 2. European Congress on Ultrasonics in Medicine 12. - 16.5.1975

18. Frank Th.:

Ultraschall in der Schilddrüsendiagnostik. Röntgen Bl. 33 (1980) 386 - 394

19. Frank Th., Albers G., Henkel U., Schneekloth G., Zollikofer Ch.:

Was leistet die Schilddrüsenultrasonographie heute? Ultraschalldiagnostik 1979, Thieme Stuttgart 1980

20. Frank Th., Albers G., Krämer-Hansen H., Schneekloth G.:
Ultraschalldiagnostik bei Schilddrüsenveränderungen. Therapiewoche 28 (1978) 943 - 946

21. Frank Th., Albers A., Krämer-Hansen H., Schneekloth G., Petersen V., Zollikofer Ch.:

Differenziertes Schilddrüsenkarzinom, autonomes Adenom und Thyroiditis im Ultraschallbild.
Fortschr. Röntgenstr. 127, 2 (1977) 107 - 110

22. Frank Th., Zollikofer Ch.:

Möglichkeiten der Ultrasonographie im Rahmen der Schilddrüsendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr. 124, 5 (1976) 456 - 465

23. Fujimoto Y., Oka A., Omoto R., Hirose M.:
Ultrasonic scanning of the thyroid gland as a new
diagnostic approach. Ultrasonics 5 (1967) 177
24. Georgii A.:
Die epithelialen Tumoren der Schilddrüse. Verh.
Dtsch. Ges. Path. 61 (1977) 191 - 208
25. Hamburger J.I.:
Thyroid nodules and ultrasound. Ann. Int. Med. 80
(1974) 112
26. Hassani S.N., Bard R.:
Evaluation of solid thyroid neoplasms by gray-scale
and real-time ultrasonography: the "halo" sign. Ul-
trasound Med. 4 (1977) 323
27. Hassler D.:
Einführung in physikalische und technische Grundla-
gen der diagnostischen Ultraschallverfahren. Kli-
nikarzt 5 (1975) 414
28. Hazard J.B., Hawk W.A., Crile G.:
Medullary (solid) carcinoma of the thyroid a clini-
co-pathological entity. J. clin. Endocr. (1959) 19
152 - 161
29. Hedinger Chr., Egloff B.:
Normale und Pathologische Anatomie der Schilddrüse.
Krankheiten der Schilddrüse. Hrsg.: K. Oberdissee,
E. Klein, Stuttgart, Georg Thieme Verlag (1967) 2 -
49

30. Heinze H.G., Scriba P.C.:
Struma maligna: Endokrinologie und Diagnostik.
Chirurg 47 (1976) 422 - 428
31. Heitz P., Moser H., Staub J.J.:
Thyroid cancer. A study of 573 thyroid tumors and
161 autopsy cases observed over a thirty-year peri-
od. Cancer 37 (1976) 2329 - 2337
32. Hilz E.:
Physik und Technik der Ultraschalldiagnostik. Elek-
tromedizin 14 (1969) 215
33. Hirabayashi R.N., Lindsay S.:
Carcinoma of the thyroid gland. Statistical study
of 390 patients. J. clin. Endocr. 21 (1961) 1596 -
1610
34. Hofstädter F.:
Frequency and morphology of malignant tumors of the
thyroid before and after the introduction of iodi-
ne-prophylaxis. Virchows Arch. (Pathol. Anat.) 385
(1980) 263 - 270
35. Igl W., Fink U.:
Sonographische Darstellung von Schilddrüsenmaligno-
men. Tumor Diagnostik 2 (1981) 85 - 90
36. Igl. W., Fink U., Leisner B., Gebauer A.:
Die Ultraschalldiagnostik der Struma. Therapiewoche
31 (1981) 1609 - 1619

37. Jellins J., Kossof G., Wisemann J., Reeve T., Hales I.:
Ultrasonic grey scale visualization of the thyroid
gland. Ultrasonics in Med. & Biol. 1 (1975) 405 -
410
38. Kresse H.:
Grundlagen und Deutung des Ultraschall-Echobildes
in der medizinischen Diagnose. Elektromedizin 13
(1968) 169
39. Kresse H.:
Sonographie: Methodische physikalische Grundlagen -
Apparaturen. Internist 17 (1976) 539
40. Lees W.R., Vahl S.P., Watson L.R., Russell R.C.G.:
The role of ultrasound scanning in the diagnosis of
thyroid swellings. Br. J. Surg. (1978) 681 - 684
41. Lorenz D., van Kaick G.:
Echographische Diagnostik bei Erkrankungen der
Schilddrüse und der Nebenschilddrüse. Röntgenpraxis
34 (1981) 315 - 323
42. Maier R.:
Ultraschalldiagnostik der Schilddrüse. F.K. Schat-
tauer Verlag, Stuttgart - New York (1984)
43. Maier R., Pfannenstiel P., Stein N., Hirsch H., Adam W.,
Utech Chr.:
Beispiele sonographischer Strukturen bei Schilddrü-
senerkrankungen mit euthyreoter Stoffwechsella-
ge. Der Nuklearmediziner 4/1 (1981) 97 - 103

44. Mazzaferri E.:
Papillary and follicular cancer: a selective approach to diagnosis and treatment. Ann. Rev. Med. 32 (1981) 73 - 91
45. Miskin M., Rosen I., Walfish P.:
B-mode ultrasonography in assessment of thyroid gland lesions. Annals of Internal Medicine 79 (1973) 505 - 510
46. Miskin M., Rosen I., Walfish P.:
Ultrasonography of the thyroid gland. Radiologic Clinics of North America Vol. III, No. 3 (1978)
47. Müller St., Schober O., Hundeshagen H.:
Zur Indikation der Sonographie innerhalb der Schilddrüsendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr. 134, 2 (1981) 148 - 152
48. Müller-H.-W., Schröder S., Schneider C., Seifert G.:
Sonographic Tissue characterisation in Thyroid gland diagnosis. A correlation between Sonography and histology. Klin. Wochenschr. 63 (1985) 706 - 710
49. Neracher H., Hedinger Chr.:
Klassifizierung der Schilddrüsengeschwülste nach der Nomenklatur der WHO. Histologische Nachkontrolle von 327 bösartigen Schilddrüsentumoren. Schweiz. Med. Wochenschr. 105 (1975) 1000 - 1005, 1051 - 1056

50. Nemec J., Zamrazil V., Pohinková D., Zeman V., Röhling S.:
Mode of spread of thyroid cancer. *Oncology* 36
(1979) 232 - 235
51. Olbricht T., Bustgens L., Mellinghoff H.-V., Benker G., Reinwein D.:
Vergleichende sonographische und szintigraphische Untersuchungen beim autonomen Adenom der Schilddrüse. *Med. Welt* 47 (1982) 1720 - 1722
52. Petzold R., Lutz H., Ehler R., Petzold M., Regler G., Spielmann F., Wopfner F.:
Sonographische Differenzierung kalter Schilddrüsenbezirke. *Diagnostik* 11 (1978) 461 - 464
53. Petzold R., Lutz H., Grumeth M., Heckhausen H., Wopfner F.:
Sonographische Schilddrüsendiagnostik. *Fortschr. Med.* 93 No. 34 (1975)
54. Pfannenstiel P., Hirsch H.:
Sonographische Befunde beim Knotenkropf. *Chirurg. Endokrinologie*, hrsg. von H.D. Röhrer und R. Wahl, Tiehme Verlag, Stuttgart (1983)
55. Pfannenstiel P., Maier R., Hirsch H.:
Möglichkeiten der Sonographie in der Schilddrüsendiagnostik. *Med. Klinik Prax.* 78 (1983) 36 - 47
56. Propper R.A., Skolnick M.L., Weinstein B., Dekker A.:
The nonspecificity of the thyroid halo sign. *J. Clin. Ultrasound* 8 (1980) 129 - 132

57. Rasmussen S.N., Christiansen J.S., Jorgensen J.S., Holme H.H.:
Differentiation between cystic and solid thyroid nodules by ultrasonic examination. Acta chir. scand. 137 (1971) 331 - 333
58. Romeis B.:
Mikroskopische Technik. R. Oldenbourg Verlag, München - Wien (1968)
59. Rosen I.B., Walfish P.G., Miskin M.:
The use of B-mode ultrasonography in changing indications for thyroid operations. Surg. gynecol. obstet. 139 (1974) 193
60. Sackler J.P., Passalacqua A., Blum M., Amorocha L.:
A spectrum of diseases of the thyroid gland as imaged by gray scale water bath sonography. Radiology 125 (1977) 467 - 472
61. Scheible W., Leopold G.R., Woo V.L., Gosnik B.B.:
High-resolution real-time ultrasonography of thyroid nodules. Radiology 133 (1979) 413 - 417
62. Schwarzrock R., Müller St., Schober O., Hundeshagen H.:
Bedeutung der Sonographie für die Diagnose der Schilddrüsenmalignome. Akt. Endokr. Stoffw. 4 (1983) 107 -120
63. Shaub R., Wilson:
The ultrasonic evaluation of nonfunctioning thyroid nodules. Western J. Med. 123 (1975) 265 - 268

64. Simeone J.F., Daniels G.H., Müller P.R., Maloof F., van Sonnenberg E., Hall D.A., O'Connell R.S., Ferrucci J.T., Wittenberg J.:

High-resolution real-time sonography of the thyroid. Radiology 145 (1982) 431 - 435

65. Solbiati L., Volterrani L., Rizzatto G., Bazzocchi M., Busilacchi P., Candiani F., Ferrari F., Giuseppetti G., Maresca G., Mirk P., Rubaltelli L., Zappasodi F.:

The thyroid gland with low uptake lesions: Evaluation by Ultrasound. Radiology 155 (1985) 187 - 191

66. Steiner H., Zimmermann G.:

Reinterventionen an der Schilddrüse - Das Strumarezidiv. Chirurg 50 (1979) 531 - 536

67. Studer H.:

Schilddrüse. In: Klinische Pathophysiologie. Hrsg. Siegenthaler W., Georg Thieme Verlag Stuttgart (1976) 307 - 323

68. Taylor K.J.W., Carpenter D.A., Barret J.J.:

Grey-scale ultrasonography in the diagnosis of thyroid swellings. J. Clin. Ultrasound 24 (1974) 327

69. Thalmann A.:

Die Häufigkeit der Struma maligna am Berner Pathologischen Institut von 1910 bis 1950 und ihre Beziehung zur Jodprophylaxe des endemischen Kropfes. Schweiz. med. Wschr. (1954) 473 - 478

70. Thijs L.G.:

Diagnostic ultrasound in clinical thyroid investigation. J. Clin. Endocr. 32 (1971) 709 - 716

71. Thijs L.G., Wiener J.D.:
Ultrasonic examination of the thyroid gland. Possibilities and limitations. Amer. J. Med. 60 (1976) 96 - 105
72. Walfish P.G., Hazani E., Strawbridge M.T.G., Miskin M., Rosen I.B.:
Combined ultrasound and needle aspiration cytology in the assessment and management of hypofunctioning thyroid nodule. Ann. Int. Med. 87 (1977) 270 - 274
73. Walthard B.:
Der Gestaltwandel der Struma maligna in Bezug auf die Jodprophylaxe des Kropfes. Schweiz. Med. Wochenschr. 93 (1963) 809 - 814
74. Wiedemann W., Baum K., Reiners Chr., Börner W.:
Möglichkeiten und Grenzen der Schilddrüsen-sonographie bei der Diagnostik des Schilddrüsenmalignoms. Fortschr. Röntgenstr. 137 (1982) 247 - 254
75. Wiedemann W., Reiners Chr.:
Die Differentialdiagnose des echoarmen Knotens der Schilddrüse. Dtsch. med. Wschr. 107 (1982) 1972 - 1975
76. Williams E.D., Doniach I., Bjarnason O., Michie W.:
Thyroid cancer in a iodine rich area. A histopathological study. Cancer 39 (1977) 215 - 222
77. Zollikofer Chr., Frank Th., Wewerka J.:
Ultrasonic evaluation of "silent regions" in the thyroid scintiscan. Nucl. Medicine 17 (1978) 16 - 23

Herrn Professor Dr. B. Leisner danke ich für die Überlassung des Themas, sowie für die freundliche Unterstützung und Beratung bei der Durchführung der Arbeit.

Ebenso meinen Dank aussprechen möchte ich Herrn Prof. Dr. W. Permanetter, Pathologisches Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Hilfe bei der Erstellung des Bildmaterials und für seine zahlreichen Anregungen beim Fertigstellen der Arbeit.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. med. Zimmermann, Maria-Theresia-Klinik München, für seine Zusammenarbeit und seine Unterstützung bei dieser Studie.

LEBENS LAUF

Geb.: 08. Oktober 1961 in Kaufbeuren

Eltern: Franz Xaver Höbel, Rentner
Martha Höbel, geb. Michl, Hausfrau

Ausbildung:	1968 - 1972	Ludwig-Reinhard-Grundschule in Kaufbeuren
	1972 - 1981	Staatliches Gymnasium in Kaufbeuren
	1981	Abitur
	1981 - 1987	Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München
	1983	Ärztliche Vorprüfung
	1984	1. Abschnitt d. Ärtzl. Prüfung
	1986	2. Abschnitt d. Ärtzl. Prüfung
	1987	3. Abschnitt d. Ärtzl. Prüfung

